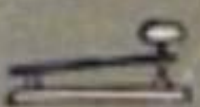
COLECȚIA „MÎINI ÎNDEMÎNATICE"

GEORGE RACZ

TÎNĂRUL AUDIOAMATOR



EDITURA TINERETULUI

NOȚIUNI DE ELECTROACUSTICĂ

UNDE SONORE

La orice mișcare pe care o facem, aerul înconjurător se mișcă și el, punînd în mișcare unele obiecte ușoare.

Făcînd să „oscileze" un corp oarecare, supunem oscilației respective și aerul, întrucît el vine în contact cu toate obiectele și începe deci să se miște împreună cu ele. Aceste oscilații se propagă în aer întocmai ca undele formate la suprafața unui lac cînd aruncăm o piatră. Ele se propagă în toate direcțiile, slăbind din intensitate în mod progresiv și stingîndu-se pînă la urmă.

Aerul poate transmite concomitent oscilații cu caracteristici cu totul diferite și fiecare din ele se comportă independent, ca și cum celelalte oscilații n-ar fi prezente.

Majoritatea ființelor vii posedă un organ foarte sensibil la oscilațiile aerului; acesta este urechea. Dacă omul percepe un sunet, înseamnă că undeva a avut loc o oscilație care a ajuns pînă la părțile interioare ale urechii și a excitat nervii auditivi. Putem deci spune că sunetul este o vibrație care se propagă într-un anumit mediu — de obicei în aer — și care, percepută de organele auditive, dă naștere în creier senzației sunetului.

Un corp ale cărui vibrații provoacă senzația de sunet se numește o sursă sonoră. De exemplu, membrana unui difuzor punînd în mișcare aerul încon-

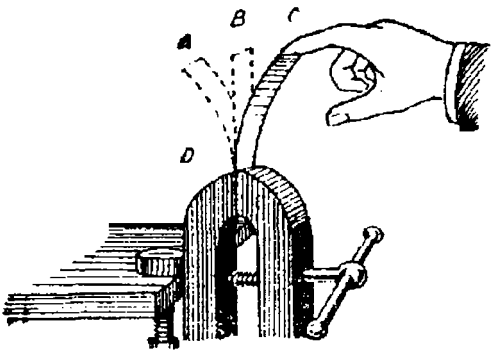


Fig. 1

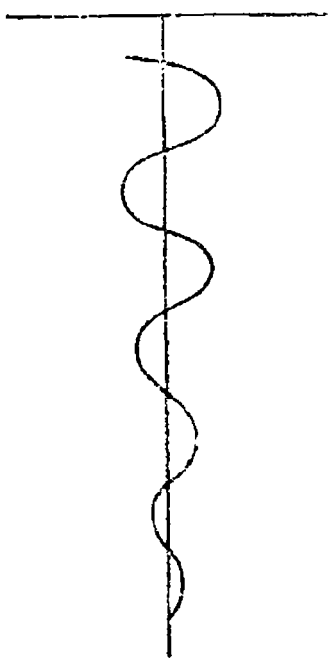


Fig. 2

jurător, creează senzația de sunet și ca atare difuzorul poate fi socotit ca o sursă sonoră.

O lamă de oțel fixată într-o menghină ne permite să facem o experiență simplă. Dacă îndoim ușor capătul liber al lamei (fig. 1) și apoi îi dăm drumul, lama începe să vibreze. Aceste vibrații provoacă în mod succesiv o compresiune și o depresiune a aerului înconjurător. Aceste compresiuni și depresiuni care se propagă în jur, se numesc unde sonore. Ilustrate grafic, ele pot fi reprezentate printr-o sinusoidă (fig. 2), a cărei amplitudine descrește pînă la stingerea totală.

FRECVENȚA SUNETULUI

Frecvența sunetului este determinată de numărul de oscilații care au loc într-o anumită perioadă de timp. De exemplu, frecvența sunetului emis de o muscă este mai mare decît frecvența sunetului emis de un vultur, deoarece musca dă mult mai des din aripi decît vulturul.

Urechea percepe frecvența sub formă de „înălțime" a sunetului și anume: frecvențelor joase le corespund sunetele joase, iar frecvențelor înalte sunetele înalte. Omul nu poate percepe sunetele decît în limita unei anumite game de frecvențe. Această gamă, în cazul unui om tînăr cu auzul normal, este cuprinsă între 16—20 000 Hz (1 Hz reprezintă o oscilație pe secundă). Atunci cînd raportul dintre frecvențele a două sunete de înălțime diferită este egal cu 2, spunem că intervalul dintre ele este egal cu o octavă.

Lungimea de undă a unei oscilații sonore este egală cu distanța dintre două creste ale sinusoidei ilustrate în figura 2. Matematic ea poate fi exprimată în funcție de frecvență prin relația:

$$\lambda = \frac{340}{F} \text{ metri}$$

unde λ este lungimea de undă în metri, 340 este viteza de propagare, în metri, pe secundă, a sunetului (în aer) și F este frecvența în Hz.

Gamele de frecvențe acoperite de diferite instrumente muzicale sau voci omenești sînt ilustrate în figura 3.

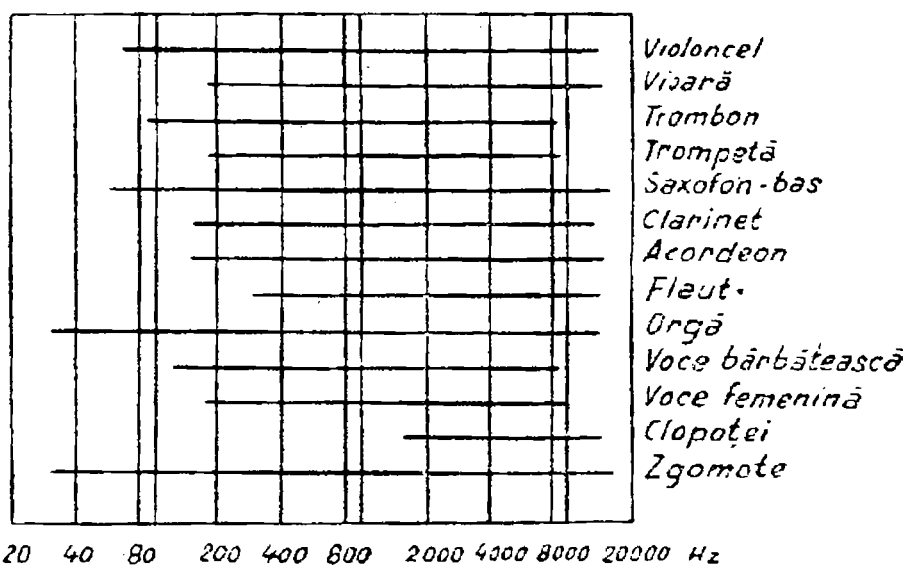


Fig. 3

Intensitatea sunetului depinde de amplitudinea oscilațiilor sonore (fig. 2). Din punct de vedere fizic, intensitatea poate fi bine definită, dar din punct de vedere fiziologic problema este mult mai complicată. Intr-adevăr, intensitatea este percepută de om, în mod subiectiv, sub formă de „tărie". Or, intensitatea subiectivă (sau tăria) depinde de fiecare individ în parte. Astfel, de exemplu, doi ascultători diferiți, vor putea percepe două sunete de frecvențe și intensități egale, ca două sunete de înălțime egală, dar de tărie diferită.

Pe de altă parte, trebuie arătat aici că urechea omenească prezintă o sensibilitate diferită pentru sunete de înălțime diferită. Astfel, urechea are un maxim de sensibilitate în jur de 3 000 Hz. Pentru frecvențe mai mici sau mai mari, sensibilitatea urechii scade și această scădere — în special la înălțimi mai mari ale sunetului — diferă considerabil de la om la om. Totodată, variația sensibilității urechii în funcție de frecvență mai depinde și de intensitatea fizică a sunetului. Toate acestea pot fi înglobate într-o diagramă (fig. 4). Curbele de pe această diagramă se numesc „curbe de egal nivel de tărie" și au fost determinate experimental plecînd de la premisa că la frecvența de 1 000 Hz intensitatea sonoră fizică este egală cu nivelul de tărie fiziologic (subiectiv). Precum se poate ușor constata, studiind puțin diagrama, pentru frecvențele mai mici de 1 000 Hz și mai mari de 5 000 Hz nivelul subiectiv de tărie este inferior intensității sonore. Din contra, pentru gama restrînsă de la 2 000—5 000 Hz, urechea are o sensibilitate maximă și nivelul de tărie este superior intensității sonore.

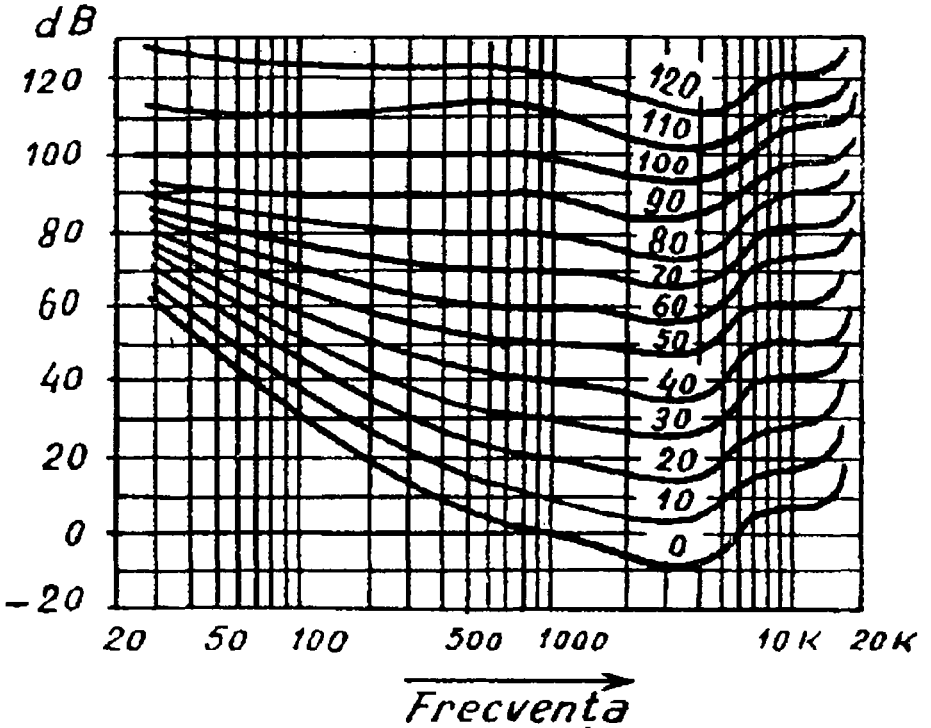


Fig. 4

TIMBRUL SUNETULUI

Majoritatea corpurilor care vibrează, efectuează o mișcare oscilatorie complexă: ele vibrează simultan cu frecvențe diferite. Din această cauză și sunetele pe care aceste corpuri le produc, se compun din oscilații avînd frecvențe diferite. De obicei sunetul cel mai tare este cel care are înălțimea cea mai mică, cu numărul cel mai mic de oscilații. Acesta se numește „ton fundamental". Sunetele mai înalte și mai slabe, care însoțesc acest ton fundamental, se numesc „armonici superioare" și ele dau sunetului un „colorit" sau un „timbru" specific. Timbrul sunetului depinde deci de frecvența și intensitatea armonicelor superioare care însoțesc tonul fundamental. Astfel, de exemplu, omul recunoaște o voce după

timbrul pe care-l are. Tot așa, diferența dintre un pian și o trompetă este determinată de timbrul specific instrumentului respectiv. *Păstrarea fidelă a timbrului este o condiție absolut obligatorie a reproducerii nedeformate a sunetului.*

DECIBELUL

Ar putea pare curios că am dedicat un paragraf special acestei unități de măsură. Dar ea intervine astăzi la fiecare pas în tehnica audio și adeseori unitatea de decibel — prescurtat dB — este folosită fără a avea o idee clară asupra semnificației pe care o are.

Este foarte probabil ca amatorul care va căuta să se documenteze asupra definiției decibelului să găsească o explicație tehnică de felul: „Numărul de decibeli este de 10 ori logaritmul..." iar aici se va opri... speriat. O explicație mai simplă, găsită adeseori, este: „Decibelul exprimă diferența dintre două cantități, cum ar fi tensiunea sau puterea". Dar aceasta este o definiție neclară și nu tocmai corectă.

Este oare decibelul o noțiune care să depășească puterea de înțelegere a unui radioamator? Fără îndoială că nu. Decibelul este pur și simplu un *raport* între două cantități — o comparație a unei cantități cu alta. El poate reprezenta un raport între două cantități de putere, fie electrică fie acustică.

Inițial oamenii de știință au adoptat unitatea de „bel" pentru a exprima un raport între două puteri. O astfel de unitate era necesară, întrucît cu ajutorul ei devenea posibilă exprimarea prin cifre mici a unor rapoarte mari. Și deoarece reprezintă un raport, exprimă mai bine modul în care urechea umană percepe o diferență de intensitate sonoră. Cu alte cuvinte, ceea ce contează pentru ureche nu este valoarea absolută a diferenței dintre două puteri, ci raportul dintre acestea.

Întrucît belul era o unitate prea mare, s-a adoptat o subunitate a acestuia — decibelul, care este egal cu 1/10 bel.

Un decibel, înseamnă că raportul dintre două puteri este egal cu 1,259. De exemplu, dacă ni se spune că difuzorul A produce cu 1 dB mai multă putere decît difuzorul B, aceasta înseamnă că difuzorul B produce o putere de 1,259 ori mai mare decît difuzorul A. Dacă difuzorul A debitează o putere acustică de 10 waţi, difuzorul B va debita o putere de 12,59 waţi. Dacă un al treilea difuzor, C, va debita cu 1 dB mai mult decît difuzorul B, sau cu 2 dB mai mult decît A, înseamnă că va produce o putere acustică de 12,59×1,259 adică 15,85 waţi. Un difuzor K, care va debita cu 10 dB mai multă putere decît difuzorul A, va produce o putere de 100 waţi, întrucît au loc 10 înmulţiri succesive cu cifra 1,259. Deci unui raport de 100 îi corespunde un număr de 10 dB.

Ceea ce este important de reţinut este că *adunarea* de decibeli reprezintă *multiplicarea* raporturilor corespunzătoare.

S-a arătat mai sus că decibelul ilustrează mai bine reacţia umană la schimbări de intensitate sonoră. Într-adevăr, o creştere egală în decibeli, pare să corespundă cu o creştere egală a nivelului de tărie perceput de ureche. De exemplu, puterea aplicată unui difuzor este mărită de la 1 la 4 waţi — adică o creştere de aproximativ 6 dB. Dacă urechea ar trebui acum să perceapă o nouă creştere, de valoare egală cu cea precedentă, nu este suficient să mărim puterea cu încă 3 waţi, ci va trebui s-o mărim cu 6 dB, deci puterea aplicată difuzorului să crească la 16 waţi.

În general trebuie ştiut de către amator, că o creştere de putere mai mică decît de la simplu la dublu, nu este percepută de ureche decît în mod vag. Din această cauză, s-a adoptat valoarea de 3 dB ca reprezentînd cel mai mic raport de amplificare sau atenuare perceptibil de auzul uman.

În cele de mai sus, decibelul a fost considerat ca reprezentînd raportul a două puteri. Întrucît puterea

db	Raportul puterilor
1	1,26
2	1,58
3	1,99
4	2,51
5	3,16
6	3,98
7	5,01
8	6,31
9	7,94
10	10,00
15	31,60
20	100
40	31.600

Fig. 5

db	Raportul curenților sau al tensiunilor
1	1,12
2	1,26
3	1,41
4	1,58
5	1,78
6	1,99
7	2,24
8	2,51
9	2,82
10	3,16
15	5,62
20	10,00
30	31,60
40	100
80	10.000

Fig. 6

este produsul dintre tensiune și intensitate, raportul de tensiuni sau intensități nu poate fi exprimat prin același număr de decibeli. În acest din urmă caz, decibelul reprezintă un raport de tensiuni sau intensități de 1,122 (în loc de 1,259).

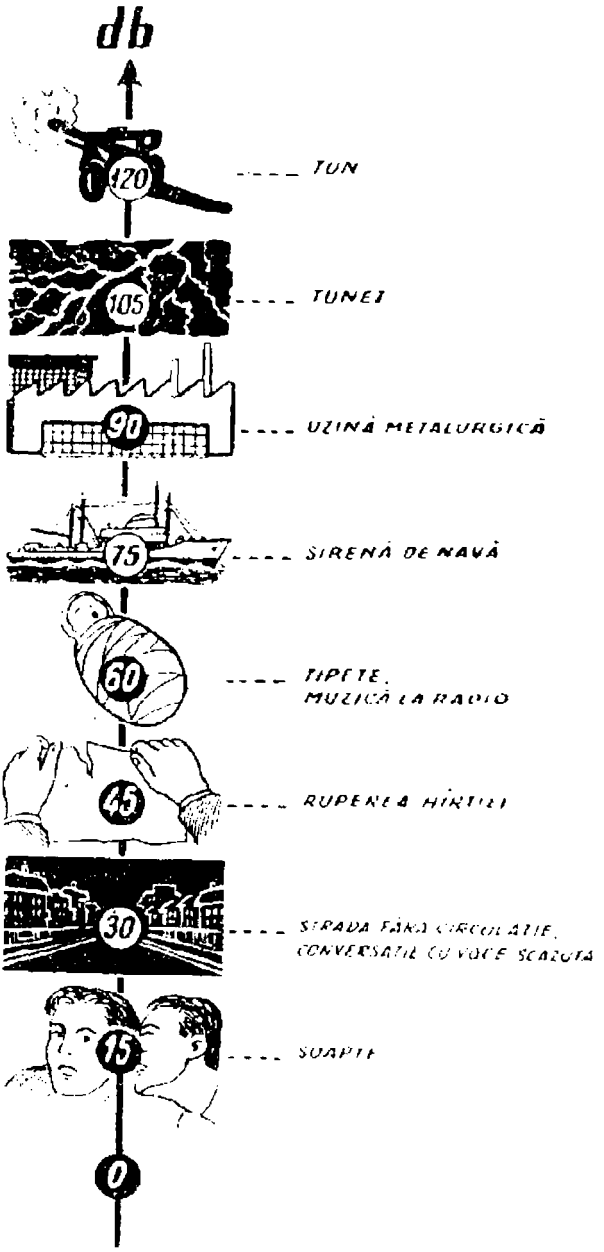


Fig. 7

În figura 5 este dat un tabel care indică numărul de dB corespunzători diferitelor rapoarte de puteri, iar în figura 6 un tabel pentru rapoartele de tensiuni sau curenți.

De multe ori întîlnim afirmația că un anumit sunet are un nivel de atîția sau atîția decibeli. Aceasta poate crea impresia că decibelul este o unitate de măsură absolută a puterii acustice. Or, realitatea este că și în acest caz decibelul reprezintă o comparație și anume, comparația dintre sunetul cel mai slab ce poate fi perceput de urechea umană, la 1 000 Hz, care se consideră ca avînd un nivel de 0 dB și sunetul respectiv. Deci, dacă spunem că nivelul sonor este de 50 dB, înseamnă că nivelul sonor este cu 50 dB mai mare decît sunetul cel mai slab pe care l-am putea auzi sau, exprimat în raport de puteri, de 100 000 ori mai mare.

În figura 7 este reprezentat un tabel sugestiv care indică nivelul de decibeli corespunzător unor zgomote sau sunete obișnuite, din viața de toate zilele.

TEHNICA MODERNĂ A REDĂRII SUNETELOR

CE ESTE „ÎNALTA FIDELITATE"?

Răspunsul la întrebarea de mai sus îl dă însăși termenul respectiv. Atunci cînd la urechile ascultătorului aflat în fața difuzoarelor ajunge un ansamblu de sunete ale căror caracteristici corespund întocmai — sau foarte apropiat — caracteristicilor sunetelor originale, putem spune că are loc o reproducere de „înaltă fidelitate".

Precum am arătat în capitolul precedent, „păstrarea fidelă a timbrului este o condiție absolut obligatorie a reproducerii nedeformate a sunetului". Or, timbrul rămîne nealterat doar atunci cînd lanțul de audiofrecvență — de la microfon pînă la difuzor — poate asigura o amplificare uniformă tuturor frecvențelor cuprinse în gama sonoră, deci poate asigura amplificarea tuturor armonicilor superioare care caracterizează vocea umană sau un instrument muzical. Străduințele specialiștilor din acest domeniu s-au îndreptat în ultimii 15 ani tocmai în această direcție. Ceea ce înainte de cel de-al doilea război mondial părea de nerealizat, a devenit în zilele noastre un fapt comun. Totuși, drumul n-a fost ușor. N-a fost ușor deoarece pe lîngă greutățile de ordin pur tehnic, mai trebuiau învinse și cele de ordin pur subiectiv: educația publicului. Într-adevăr, lumea era obișnuită cu audițiile pe care le puteau oferi radioreceptoarele dinainte de război. Etajele de audiofrecvență ale acestora asigurau, în cel mai bun caz, o redare a frecvențelor audio din gama 80 — 5 000 Hz. S-au făcut experiențe foarte interesante cu un grup de auditori

de diferite vîrste și de ambele sexe. La primele încercări ei s-au dovedit refractari. Majoritatea prefera audiția cu „ton închis", adică cu atenuarea frecvențelor acute. Bănuind că e vorba doar de obișnuință, specialiștii au hotărît ca timp de cîteva săptămîni să supună grupul de auditori unor audiții de „înaltă fidelitate". După această perioadă de timp, experiența comparativă a fost reluată. De această dată preferința era net în favoarea unei reproduceri de calitate. Cu aceasta s-a dovedit ceea ce era de dovedit și industria și-a îndreptat toate eforturile în vederea îmbunătățirii sonorității radioreceptoarelor și amplificatoarelor de audiofrecvență.

Pentru ca o reproducere acustică să fie de calitate bună, nu este însă suficient ca timbrul instrumentelor muzicale să fie păstrat neschimbat, adică armonicile superioare să fie păstrate în proporția originală. Mai este necesar, în afară de aceasta, ca elementele lanțului de audiofrecvență *să nu introducă sunete care nu există în execuția inițială*. Datorită lipsei de perfecțiune a pieselor radio (tuburi electronice, transformatoare etc.) folosite în amplificatoarele de audiofrecvență, acestea pot genera armonici ale sunetelor pe care le amplifică. Atunci cînd aceste armonici sînt de ordinul 2,4... etc., ele nu provoacă decît o alterare a timbrului, deoarece se află la interval de o octavă. Atunci cînd ele sînt de alt ordin (3,5... etc.), au loc bătăi (interferențe) care la audiție dau impresie de răgușeală.

Acestea ar fi, pe scurt, cele două condiții principale pe care trebuie să le îndeplinească un amplificator de audiofrecvență. Cînd prima din ele nu este satisfăcută, se spune că au loc *distorsiuni de frecvență*. Cînd cea de a doua nu este satisfăcută, se spune că au loc *distorsiuni armonice sau de neliniaritate*.

Nu există, în stadiul actual al tehnicii, amplificator care să fie complet lipsit de distorsiuni. La nivelul standardelor actuale, se poate afirma că un amplificator este de „înaltă fidelitate" atunci cînd coeficientul de distorsiuni armonice este egal sau mai mic

de 2%, la puterea nominală de ieșire și cînd amplificatorul poate asigura o redare a frecvențelor din gama 40—15 000 Hz cu o variație mai mică de 3 dB.

O altă însușire a unei instalații de calitate bună este lipsa zgomotului de fond, înțelegînd prin acesta atît zgomotul produs de prezența rețelei de curent alternativ (numit „brum"), cît și zgomotul produs de tuburile electronice sau de tranzistoare, care se manifestă printr-un fîșîit. Un amplificator de înaltă fidelitate nu trebuie să aibă un zgomot de fond mai mare de —80 dB față de puterea nominală. Aceasta înseamnă că tensiunea de zgomot măsurată la ieșirea amplificatorului, în absența semnalului, cu reglajele de amplificare la maximum și cu intrarea scurtcircuitată, trebuie să fie cu 80 dB mai mică decît tensiunea corespunzătoare puterii nominale obținute, aplicînd un semnal de 800 sau 1 000 Hz la intrare.

În zilele noastre, producătorii de amplificatoare de înaltă fidelitate obișnuiesc să caracterizeze instalația respectivă și prin așa-numitul coeficient de distorsiuni de intermodulație, care arată în ce măsură un semnal audio de frecvență mică și unul de frecvență mare se influențează reciproc. Nu vom insista asupra acestei noțiuni, pentru a nu depăși cadrul lucrării de față, dar este bine ca amatorul să știe că acest coeficient depinde în mod direct de coeficientul de distorsiuni armonice și cu cît acesta din urmă va fi mai mic, cu atît și distorsiunile de intermodulație vor fi la rîndul lor mai reduse.

AUDIȚIE MONOFONICĂ ȘI STEREOFONICĂ

Încercați să vă imaginați o instalație „perfectă" de reproducere a sunetului: un ansamblu de preamplificatoare, amplificatoare și difuzoare care se adaptează impecabil, o gamă de redare a sunetelor peste limitele audibilității, distorsiuni practic inexistente și

un zgomot de fond așa de mic, încît să nu poată fi perceput nici măcar cu urechea lipită de difuzor.

Montați această instalație într-o cameră cu proprietăți acustice ideale și folosiți drept sursă de sunet cel mai perfect picup sau magnetofon existent la ora actuală.

O astfel de aparatură, folosită în aceste condiții, ar trebui să dea, fără îndoială, o audiție de o calitate incomparabilă și oricine — chiar cel mai pretențios muzician — ar fi desigur mîndru că o posedă.

Măsurătorile electrice și acustice obișnuite ar confirma că redarea sonoră obținută nu diferă cu nimic de original. Și totuși, un astfel de sistem nu permite localizarea surselor de sunet dintr-un ansamblu orchestral.

Capacitatea omului de a distinge direcția sunetului, ca urmare a micilor diferențe dintre sunetele captate de cele două urechi, este foarte asemănătoare cu capacitatea noastră de a percepe adîncimea prin combinarea mintală a celor două imagini separate, percepute de ochiul stîng și cel drept. Din această cauză, pentru majoritatea auditorilor, a da sunetului direcționalitate este echivalent cu a da sunetului adîncime sau profunzime.

Dacă dorim să reproducem sunetul pe cale electroacustică, menținînd calitățile reale ale directivității, este evident deci că va trebui să folosim cel puțin *două canale:* unul care poartă sunetele percepute în mod normal de urechea stîngă și unul care poartă pe cele percepute de urechea dreaptă.

Atunci cînd sunetele sînt reproduse prin intermediul unui singur canal — cum este cazul audițiilor obișnuite — se spune că audiția este *monofonică* sau *monaurală.* Cînd pentru reproducere se folosesc două canale, așa cum s-a arătat mai sus, se spune că audiția este *binaurală.*

Să ne imaginăm un lanț de reproducere sonor, care ar folosi tehnica binaurală. În sala de concerte am putea plasa un „cap artificial" într-o pozi-

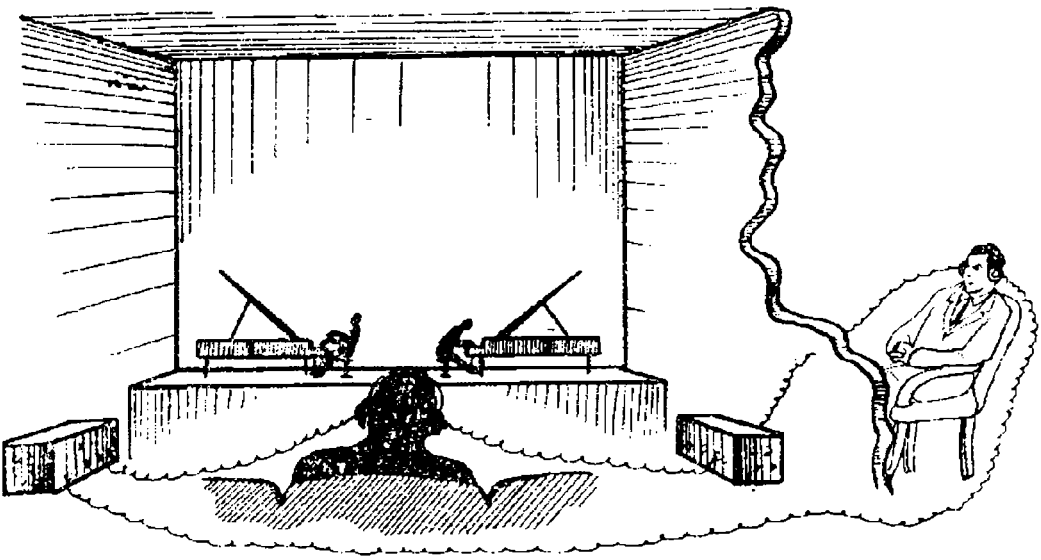


Fig. 8

ție de ascultare ideală: de exemplu în rîndul 10, la mijloc. Acest cap artificial ar putea avea două microfoane, în locul celor două urechi ale omului. Sunetele captate de aceste microfoane s-ar transmite la două amplificatoare separate, dar identice, și de aici la două căști purtate de un ascultător aflat în afara sălii. Sunetele captate de microfonul stîng ar ajunge numai la casca stîngă, iar cele captate de microfonul drept numai la casca din dreapta. Cu condiția ca microfoanele, amplificatoarele și căștile să aibă caracteristici electroacustice perfecte, ascultătorul imaginar nu ar mai putea să perceapă nici o diferență dintre sunetele pe care le aude prin intermediul căștilor și cele pe care le-ar auzi dacă s-ar afla el însuși în sală, în locul „capului artificial" (fig. 8).

Mai există o altă tehnică care permite redarea direcțională a sunetului. Pentru a înțelege modul de funcționare a acesteia, să ne închipuim acum că ascultătorul se află efectiv în sală, la locul menționat mai înainte, și că pe scenă concertează o orchestră simfonică compusă dintr-un număr mare de instrumentiști. Să presupunem de asemenea că între orchestranții de pe scenă și ascultătorul din sală se

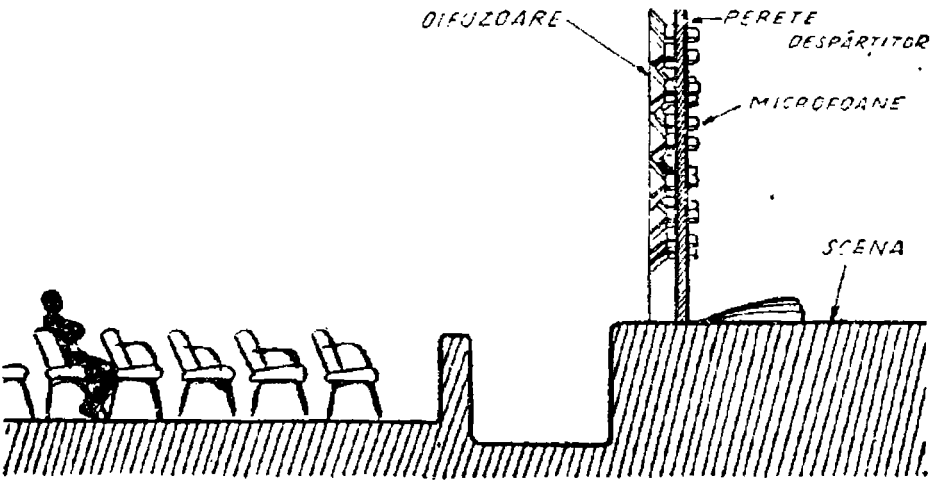


Fig. 9

interpune o cortină invizibilă, așa încît auditorul nu mai percepe nici un sunet.

Dacă am amplasa un număr foarte mare de microfoane pe partea dinspre orchestră a cortinei și dacă aceste microfoane, prin intermediul unui număr echivalent de amplificatoare, ar alimenta tot atîtea difuzoare plasate pe partea dinspre sală a cortinei, în aceeași poziție ca și microfoanele, ascultătorul ar primi aceeași imagine sonoră ca și în lipsa cortinei imaginare (fig. 9).

În mod teoretic, o astfel de tehnică ar necesita un număr infinit de microfoane, amplificatoare și difuzoare. În practică însă rezultate foarte satisfăcătoare se pot obține cu un număr mic de canale, cu condiția ca microfoanele (și difuzoarele corespunzătoare) să fie amplasate la o distanță suficient de mare unele de altele.

Un astfel de sistem, folosind două sau mai multe canale, se numește un sistem *stereofonic* de reproducere a sunetului.

Un sistem binaural pur, întrucît obligă la folosirea căștilor, nu este accesibil decît unui număr restrîns de auditori. În aplicațiile casnice, utilizarea metodei stereofonice de redare a sunetului cu ajutorul difu-

zoarelor își găsește o răspîndire din ce în ce mai largă și se poate presupune că în viitor audițiile stereofonice vor înlocui în totalitate audițiile monofonice, din zilele noastre.

PSEUDOSTEREOFONIA

Efecte interesante de „iluzie" stereofonică pot fi obținute folosind un singur canal de amplificare și difuzoare multiple.

Cea mai simplă tehnică constă în conectarea mai multor difuzoare, cu o gamă de frecvență diferită, la ieșirea unui radioreceptor sau amplificator de înaltă fidelitate. Aceste difuzoare, amplasate la o distanță mai mică sau mai mare unele de altele — în funcție de proprietățile acustice ale camerei de locuit — „inundă" auditorul în sunete și crează un efect direcțional pronunțat, în funcție de frecvența acestora. Astfel, de exemplu, sunetele acute par să vină dintr-o direcție, iar cele grave din alta. Din păcate iluzia nu poate înlocui realitatea și efectul direcțional obținut pe o astfel de cale nu are nimic comun cu execuția originală din sala de concerte.

O altă cale care rezultă în impresia de „adîncime" este aceea care folosește un sistem de „ecou artificial". În acest caz este vorba de un sistem mecanic sau electric care introduce o ușoară întîrziere semnalelor audio care trec prin el. Semnalele „întîrziate" sînt apoi aplicate unui difuzor separat și se obține în final o audiție însoțită de un ecou care crează auditorului impresia că se află într-o sală de concerte (fig. 10).

Acestea nu sînt singurele căi prin care producătorii de radioreceptoare au încercat să îmbunătățească și să apropie de realitate reproducerea sonoră a aparatelor. Stereofonia adevărată nu poate fi însă

Există diferite tipuri de microfoane. Ele au apărut consecutiv, de-a lungul anilor, fie datorită unor necesități crescînde de îmbunătățire a calității reproducerii sunetului, fie pur și simplu datorită unor principii noi, descoperite prin munca cercetătorilor de pretutindeni.

În cele ce urmează vom trece în revistă principalele tipuri de microfoane folosite în zilele noastre.

Microfonul cu cărbune se bazează pe următorul principiu de funcționare: într-o cutie închisă se introduce praf de cărbune, avînd o granulație fină, împreună cu doi electrozi, unul fix și unul mobil. Electrodul mobil acționează o diafragmă care are rolul de a capta energia sonoră și de a o transforma într-o forță capabilă să acționeze asupra sistemului mobil. Din această cauză diafragma poate fi considerată ca opusul membranei unui difuzor. Mișcarea diafragmei imprimă o presiune variabilă asupra particulelor de cărbune și în acest fel variază rezistența electrică dintre cei doi electrozi.

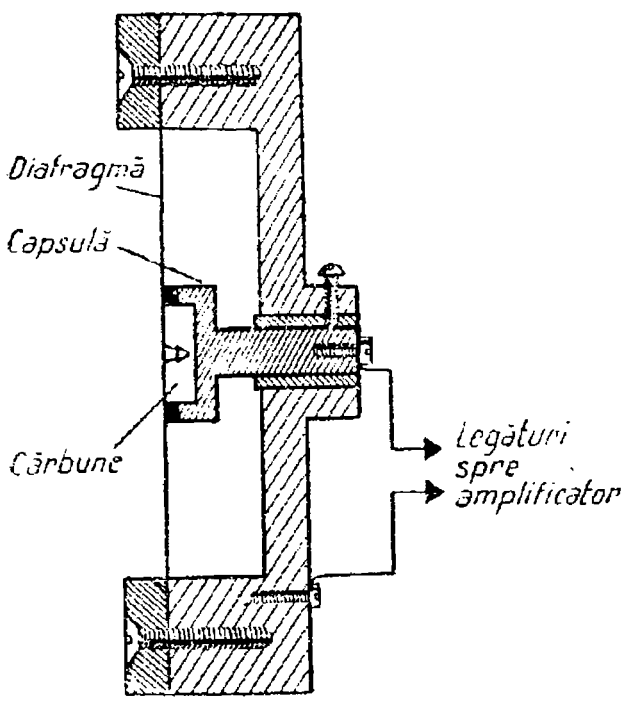


Fig. 11

Pagină lipsă

Pagină lipsă

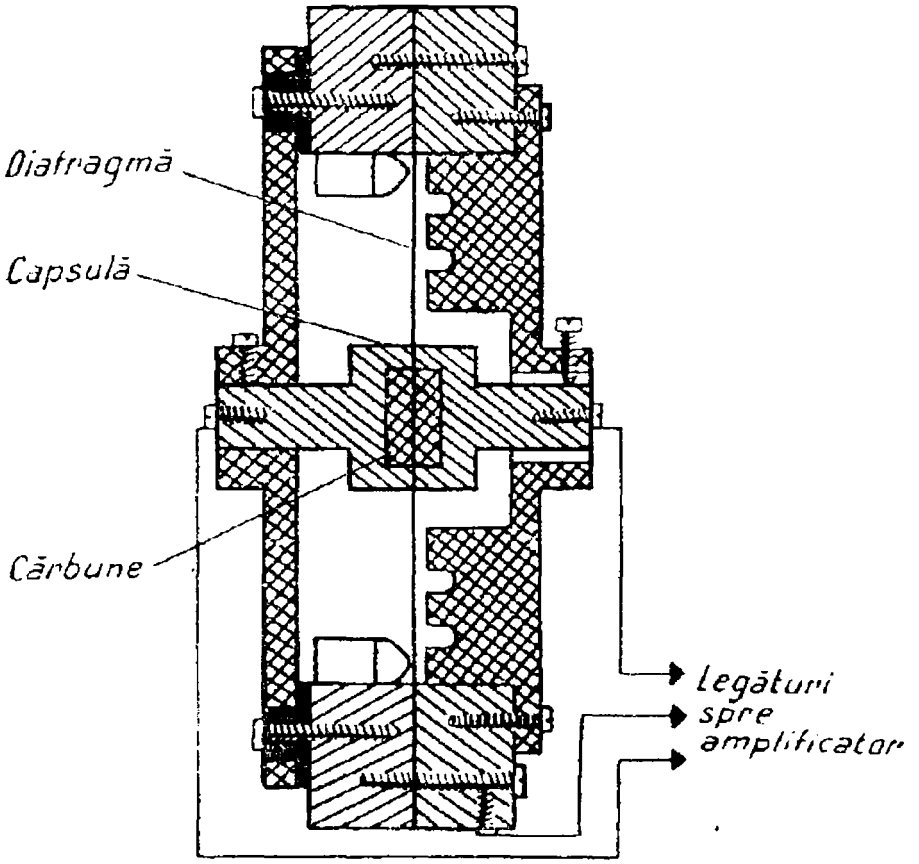


Fig. 12

Microfonul cu cărbune se caracterizează prin simplitatea construcției, lipsa de sensibilitate la șocuri și tensiune mare de ieșire. El se fabrică ușor și prețul său de cost este redus. Totodată el suportă ușor diferențe mari de temperatură și de umiditate.

Dezavantajele lui constau în special în necesitatea unei surse exterioare de curent, distorsiuni relativ mari și zgomot de fond ridicat. Totuși, el își găsește și astăzi multe aplicații în telefonie, instalații mobile și altele.

În figura 11 se arată construcția unui microfon cu cărbune tip obișnuit (cum ar fi capsula microreceptorului telefonic), iar în figura 12 construcția microfonului numit „dublubuton".

Microfonul piezoelectric se bazează pe proprietatea pe care o au unele materiale de a produce o

tensiune electrică între două din fețele lor, atunci cînd sînt comprimate sau îndoite. Acest efect, numit „efect piezoelectric", are loc la unele cristale de cuarț, la cristale din sare Seignette și unele materiale ceramice supuse unui tratament adecuat. Tensiunea produsă de-a lungul elementului piezoelectric depinde de factori mecanici.

Avantajele microfonului piezoelectric se datoresc gamei largi de frecvențe sonore reproduse, prețului de cost redus, lipsei de sensibilitate la zgomote mecanice și posibilității de a fi fabricat în versiune „unidirecțională".

Dezavantajele microfonului piezoelectric constau îndeosebi în impedanța sa foarte mare, care exclude posibilitatea folosirii unui cablu mai lung de cîțiva metri și necesitatea de a fi conectat la un preamplificator cu o impedanță de intrare de asemenea foarte mare.

Microfonul piezoelectric cu element din sare Seignette este folosit în majoritatea cazurilor pentru înregistrări magnetice la domiciliu, în radioamatorism și în instalații de amplificare publică obișnuite. Microfonul cu element ceramic se folosește mai mult în instalații profesionale, întrucît prețul lui este considerabil mai ridicat.

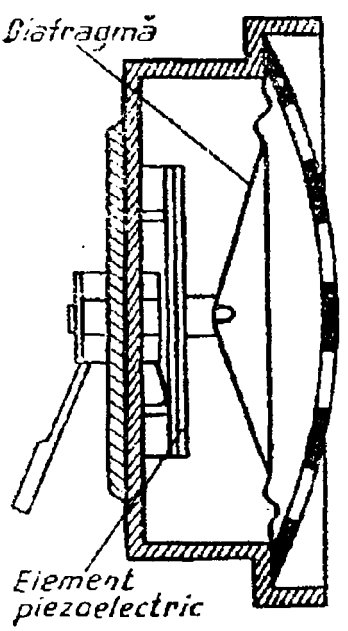


Fig. 13

În figura 13 este ilustrată schematic construcția unui microfon piezoelectric.

Microfonul dinamic se aseamănă foarte mult cu construcția unui difuzor „permanent dinamic", cu care este echipat orice radioreceptor modern. O bobină din sîrmă foarte subțire este atașată unei diafragme și se mișcă, solidar cu diafragma, într-un puternic cîmp magnetic. Datorită acestor mișcări, în

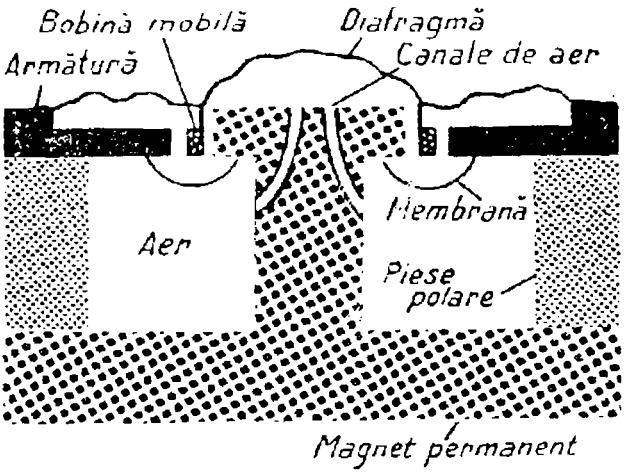


Fig. 14

bobină ia naștere un curent alternativ a cărui amplitudine și frecvență corespunde cu amplitudinea și frecvența undelor sonore care ajung la diafragmă.

Microfonul dinamic își găsește astăzi o largă utilizare în instalațiile cele mai variate, fiind capabil să asigure reproducerea unei game largi de frecvențe audio. În ultima vreme el se execută cu diafragma din material plastic, ceea ce îi asigură o lipsă relativă de sensibilitate la șocuri mecanice și la condiții climaterice mai grele.

Principalul dezavantaj al acestui tip de microfon se datorește necesității folosirii unui transformator ridicător de impedanță, întrucît prin însăși construcția lui microfonul dinamic este un dispozitiv de impedanță mică (ca și difuzorul). Transformatorul de adaptare al microfonului este în cele mai multe cazuri inclus în cutia acestuia.

Aplicațiile microfonului dinamic acoperă atît gama utilizărilor casnice (înregistrări de amator, radioamatorism), cît și a celor profesionale (instalații de amplificare publică de calitate superioară, radiodifuziune etc.).

Construcția unui microfon dinamic este reprezentată în figura 14.

Microfonul condensator este unul din cele mai perfecționate tipuri de microfoane produse în ultimii zeci

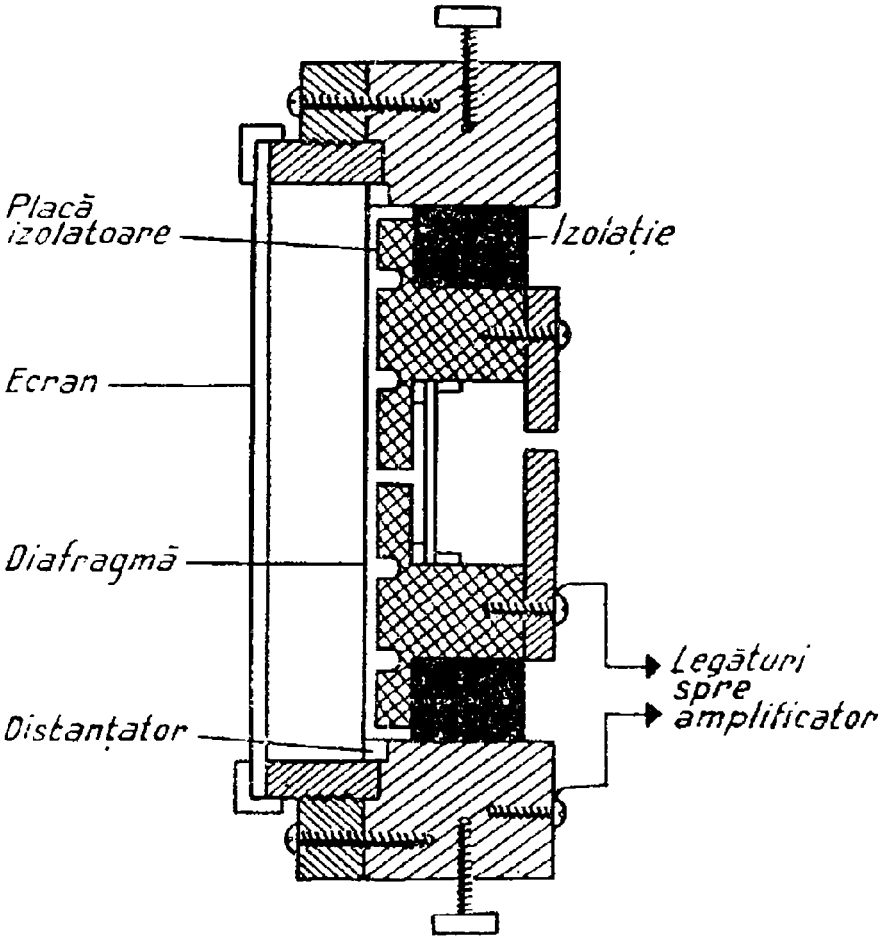


Fig. 15

de ani. El este compus din doi electrozi separați printr-un dielectric foarte subțire, de obicei acrul. Unul din electrozi este constituit chiar de diafragmă, iar celălalt de o placă rigidă, avînd o suprafață comparabilă cu cea a diafragmei. Datorită mișcărilor diafragmei, distanța dintre electrozi se schimbă și o dată cu aceasta se schimbă și capacitatea electrică, de unde și denumirea acestui tip de microfon. Dacă se aplică o tensiune electrică continuă acestor electrozi, variația de capacitate produce o variație de încărcare care este culeasă la bornele microfonului sub forma unei tensiuni alternative de audiofrecvență.

Caracteristica de frecvență a microfonului condensator este excelentă și tensiunea de ieșire este

relativ mare. Are dezavantajul că necesită o sursă exterioară de curent și un preamplificator încorporat în microfon.

Acest tip de microfon își găsește utilizări pe linie profesională, în studiouri, săli de concerte și instalații de înregistrare a sunetului.

În figura 15 este schițată construcția unui astfel de tip de microfon.

CONSTRUCȚIA UNUI MICROFON CU CĂRBUNE

Amatorul dornic de construcții va putea să-și pună în valoare talentul prin realizarea unui microfon cu cărbune simplu, care-i va putea oferi rezultate satisfăcătoare pentru multe utilizări curente.

Schița principială a unui astfel de microfon este arătată în figura 16.

Carcasa microfonului se va realiza din suprapunerea unor plăci de polistiren de 5 mm grosime. Pentru aceasta vom începe prin a confecționa 5 plăcuțe conform desenului din figura 17 *a*, 2 plăcuțe conform cu desenul *b*, o plăcuță după desenul *c* (aceasta va avea numai 3 mm grosime) și în sfîrșit 2 plăcuțe avînd dimensiunile din figura 17 *d*. Ultimele două desene reprezintă de fapt doar niște rame a căror montare va fi arătată mai jos.

O soluție convenabilă de lipit se obține prin dizolvarea unei cantități mici de polistiren în acetonă, pînă ce se capătă un lichid vîscos. Cu ajutorul acestei soluții se lipesc plăcuțele tip *a* și *b* și rama tip *c*, conform figurii 18 și se lasă să se usuce timp de 24 ore,

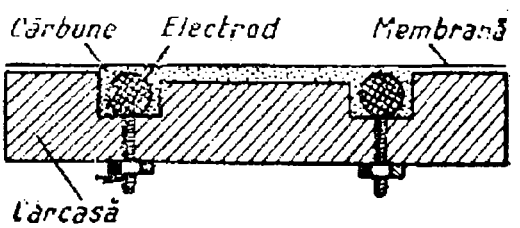


Fig. 16

eventual aplicîndu-le o greutate. După uscare se finisează exteriorul cu o pilă fină și cu hîrtie de șlefuit. Abia după această operație se va îmbrăca întregul bloc cu ramele tip *d*, care îi vor da un aspect estetic și vor masca straturile.

Electrozii se vor confecționa în modul cel mai simplu din cupru sau aluminiu de 10 mm diametru

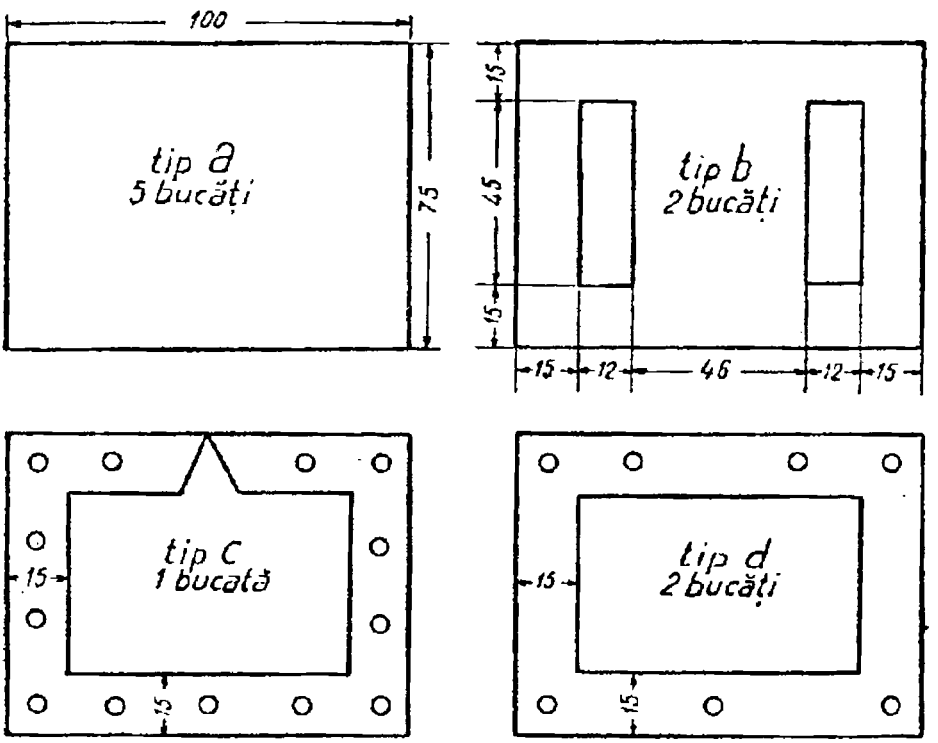


Fig. 17

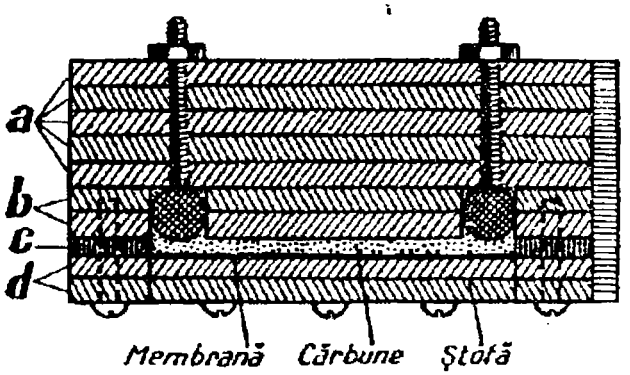


Fig. 18

(fig. 19). Gaura centrală se va pili într-una din părți, pentru a asigura o poziție stabilă șuruburilor de fixare M3. Înainte de montare electrozii vor fi bine curățați cu benzină, pentru a se asigura un contact electric impecabil cu praful de cărbune.

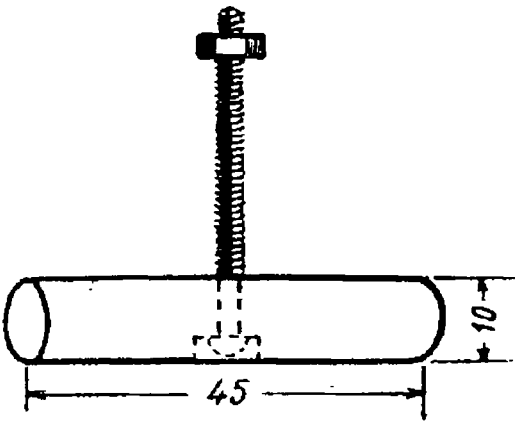


Fig. 19

Membrana se va confecționa din foiță de celofan de 0,08 mm grosime. Ea se va monta, bine întinsă, pe una din ramele tip *d* și se va lipi cu „Adezin". După lipire celofanul se va umezi ușor, astfel că după uscare să rămînă bine întins.

Cea de a doua ramă tip *d* va fi acoperită, tot prin lipire, cu o bucată de stofă, menită să protejeze membrana de praf, și ambele rame se montează apoi pe bloc prin strîngerea piulițelor M3, așa cum se vede în figură.

Umplerea microfonului cu praf de cărbune se va face prin gaura cu diametrul de 3 mm aflată pe partea superioară a ramei *c*. Eventual se va folosi cărbunele rezultat din demontarea unei pastile telefonice stricate. După umplere gaura se va astupa cu un șurub corespunzător sau cu un mic dop de plută.

Pentru menajarea microfonului, curentul continuu care va trece prin el nu trebuie să depășească valoarea de 25-30 mA. Acest curent va putea fi reglat cu ajutorul unui potențiometru de cîteva sute de ohmi.

Microfonul cu cărbune se va lega la amplificator, totdeauna, printr-un transformator ridicător de tensiune, avînd raportul de 1 : 20, pînă la 1 : 40. Dacă nu putem procura un astfel de transformator special, fie îl vom bobina singur, fie vom utiliza un transformator de sonerie cu primarul de 120 V, respectiv 220

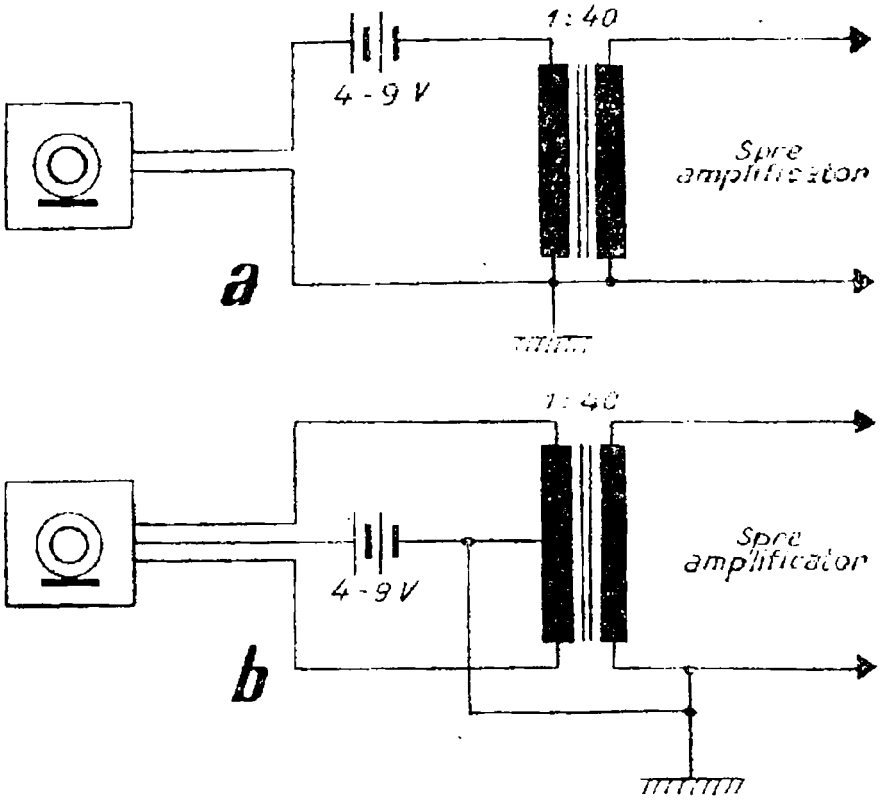


Fig. 20

V, spre amplificator și secundarul de 3 V, respectiv 5 V, spre microfon. Schema electrică a unui astfel de ansamblu este reprezentată în figura 20 *a* și *b*.

PICUPUL

Picupul sau doza de redat discuri nu este altceva decît un dispozitiv electromecanic care transformă oscilațiile mecanice în oscilații electrice de frecvență și amplitudine corespunzătoare.

Există în prezent două categorii de doze de redat: monofonice și stereofonice. Dozele monofonice (prescurtat: „mono") permit numai reproducerea discurilor cu înregistrarea monofonică. Dozele stereofo-

nice (prescurtat „stereo") permit redarea atît a discursurilor mono cît și a celor stereo. Nu vom intra aici în descrierea amănunțită a funcționării diferitelor picupuri, ceea ce ar depăși nivelul lucrării de față, vom analiza însă în cele ce urmează caracteristicile principale ale unor tipuri de doze.

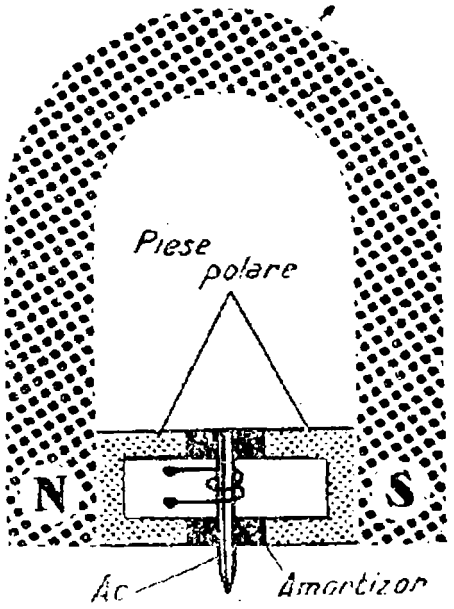


Fig. 21

Doza electromagnetică este un tip de doză la care tensiunea electrică este generată de o bobină sau un conductor aflat într-un cîmp sau un circuit magnetic.

O doză de construcție mai veche este ilustrată în figura 21. Mișcarea acului este transmisă unei armături. Fluxul constant este asigurat de un magnet permanent. În poziția centrală a armăturii, fluxul magnetic este nul. Cînd armătura este deplasată în dreapta sau în stînga, fluxul care apare induce o tensiune în bobină și această tensiune este apoi culeasă și aplicată amplificatorului.

La dozele electromagnetice moderne, amortizoarele de cauciuc s-au înlocuit cu amortizoare cu lichid vîscos. De asemenea, datorită progresului tehnic, s-a reușit să se confecționeze magneți permanenți de dimensiuni mult mai mici, ceea ce a permis fabricarea unor doze ușoare, adecuate reproducerii discurilor moderne de turație mică.

În general, doza electromagnetică — numită și cu „reluctanță variabilă" — are o caracteristică de frecvență care favorizează sunetele joase, cu excepția unei plaje cuprinse între 3000—5000 Hz, unde se observă o creștere datorită rezonanței proprii a echipajului mobil (fig. 22).

Doza piezoelectrică cu care sînt echipate brațele de picup curente își bazează funcționarea pe efectul piezoelectric. Cristalul utilizat în zilele noastre este sarea Seignette. În unele construcții se folosește o lamelă din titanat de bariu. În primul caz, această doză se mai denumește și *doză cu cristal*, în al doilea caz *doză ceramică*.

La acest tip de doză (fig. 23), acul este cuplat cu elementul piezoelectric. Tensiunea alternativă generată de element este proporțională cu deplasarea acului.

Caracteristica de frecvență a unei doze piezoelectrice defavorizează sunetele joase (fig. 24). Impedanța electrică a unei astfel de doze este ridicată, din această cauză ea trebuie conectată la un amplificator avînd o impedanță de intrare de cel puțin 500 Kohmi.

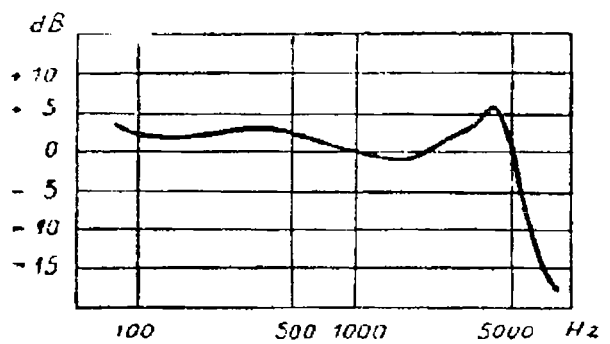


Fig. 22

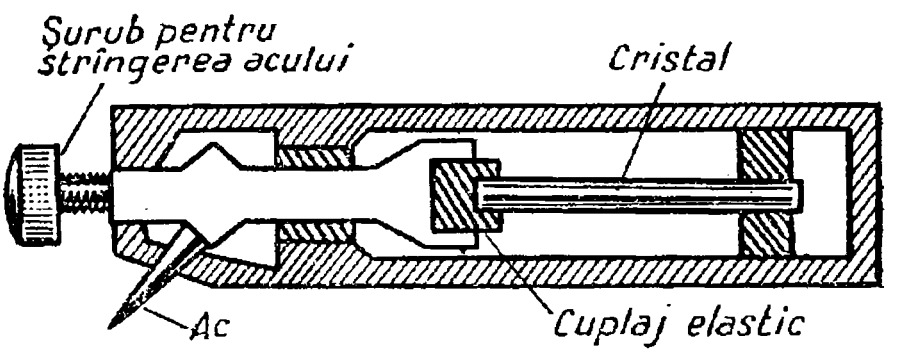


Fig. 23

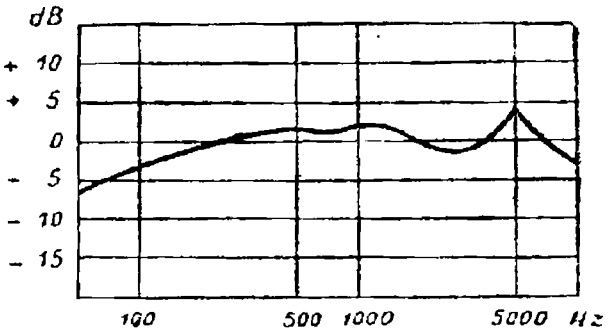


Fig. 24

Acest tip de doză nu poate asigura o redare tot așa de bună a frecvențelor înalte ca și o doză magnetică modernă, pe de altă parte însă are o greutate proprie redusă și ca atare permite redarea discurilor cu șanțuri fine (micro). Doza piezoelectrică se folosește pe scară largă în instalațiile casnice.

Ne vom opri aici cu descrierea diferitelor sisteme de doze de redare, întrucît celelalte tipuri existente nu sînt în general la îndemîna unui amator. Printre acestea se numără: doza electrodinamică, doza electrostatică, doza electronică etc.

Indiferent de construcție și sistem, o doză de redare va fi cu atît mai bună cu cît va putea reda o gamă mai largă de frecvențe, cu cît va avea distorsiuni mai mici și cu cît va fi mai lipsită de rezonanțe proprii în cuprinsul gamei de audiofrecvență. În afară de aceasta, doza trebuie să uzeze la minimum posibil discurile și acele și să aibă un zgomot propriu cît mai redus (în cazul celor cu cristal).

MAGNETOFONUL

Puțini sînt, desigur, acei „audioamatori" care nu cunosc principiul de funcționare al înregistrării și redării magnetice a sunetului. Pentru aceștia, vom trece pe scurt în revistă funcționarea magnetofonului.

Să presupunem că în fața polilor unui electromagnet se deplasează un fir de oțel. Alimentînd electromagnetul cu un curent electric de audiofrecvență, firul de oțel se va magnetiza. Această magnetizare nu este uniformă, întrucît nici curentul electric care alimentează electromagnetul nu are amplitudinea și frecvența uniforme. Un electromagnet de acest fel servește la înregistrarea sunetului și poartă numele de „cap de înregistrare".

Dacă firul de oțel, magnetizat după procedeul arătat mai sus, se deplasează în fața polilor unui alt electromagnet, în înfășurarea acestuia se va induce o forță electromotoare și la capetele înfășurării va apare o tensiune de audiofrecvență. Un electromagnet de acest fel servește la redarea sunetelor și se numește „cap de redare".

Pentru a anula sau „șterge" o înregistrare de pe bandă, există două căi. Prima cale este aceea de a supune firul acțiunii unui cîmp magnetic continuu. A doua cale, folosită în toate magnetofoanele cu excepția unor modele portabile speciale, este de a supune firul acțiunii unui electromagnet alimentat cu curent alternativ de frecvență ultrasonoră (25—100 KHz). Un astfel de electromagnet se numește „cap de ștergere".

În zilele noastre, firul de oțel, numit „purtător de sunet", este înlocuit de banda magnetică. Aceasta este formată dintr-un suport de acetat de celuloză sau clorură de polivinil, pe care se aplică o emulsie de oxid de fier înglobat într-o soluție sintetică.

În cele mai multe din magnetofoanele pentru uz casnic, funcțiile de înregistrare și redare sînt îndeplinite de un singur cap magnetic, numit „cap universal".

Magnetofoanele pentru uz casnic, de proveniență industrială, se împart în două categorii principale: magnetofoane cu 2 piste și magnetofoane cu 4 piste. Cele cu 2 piste permit înregistrări și redări monofonice, prin dubla utilizare a benzii. Cele cu 4 piste, permit înregistrări și redări monofonice prin cuadru-

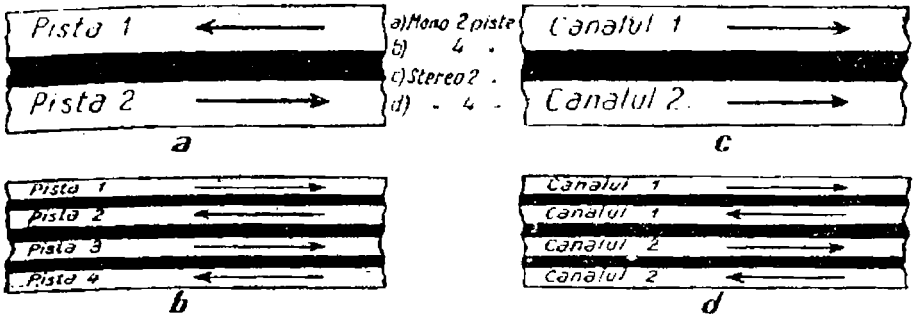


Fig. 25

pla utilizare a purtătorului de sunet sau înregistrări și redări stereofonice prin dubla utilizare a benzii. Unele magnetofoane cu 4 piste dau posibilitatea redării benzilor stereofonice preînregistrate, dar nu permit înregistrarea stereofonică, avînd o parte electronică mai simplă.

Modul în care se face utilizarea pistelor, în toate cazurile, este arătat în figura 25.

Caracteristicile principale ale unui magnetofon sînt următoarele: viteza de deplasare a benzii; numărul pistelor de înregistrare; viteza de bobinare rapidă; lărgimea gamei de audiofrecvență; zgomotul de fond; variația de viteză; puterea de ieșire; greutatea.

Viteza cea mai avantajoasă de deplasare a benzii este cea de 9,5 cm/s. Aceasta permite o îmbinare a considerentelor calitative cu cele de ordin economic. Intr-adevăr, la această viteză, cu benzi de bună calitate, se poate obține o redare care satisface cerințele tehnicii de înaltă fidelitate și în același timp consumul de bandă este redus. Unele magnetofoane pot avea două, trei și chiar patru viteze diferite, prin comutare electrică sau mecanică.

Numărul pistelor de înregistrare este important. Un magnetofon cu 4 piste, folosit pentru înregistrări monofonice, reduce consumul de bandă la jumătate. Este drept însă că înregistrarea pe 1/4 de bandă are o influență negativă asupra calității sunetului. Totuși, capetele moderne reduc acest neajuns la un minimum neglijabil. Pentru a clarifica lucrurile, vom

alege totdeauna un magnetofon cu 4 piste atunci cînd ne interesează și înregistrările stereofonice și unul cu 2 piste atunci cînd ne interesează doar cele monofonice și dorim să obținem calitate maximă.

Viteza de bobinare rapidă — înainte sau înapoi — este în general de 20 de ori mai mare decît viteza normală de deplasare a benzii. Desigur că un magnetofon care are o viteză mai mare la „repede înainte" sau „repede înapoi" este preferabil, cu condiția ca prin aceasta banda să nu fie supusă unor solicitări mecanice nepermise.

Lărgirea gamei de sunete reproduse este una din calitățile cele mai importante ale unui magnetofon. Un aparat bun, folosit la viteza de 9,5 cm/s, va trebui să aibă o gamă de frecvențe de cel puțin 50—12 000 Hz $\pm$ 3 dB, utilizînd ca purtător de sunet tipul de bandă recomandat de fabricant.

Zgomotul de fond al unui magnetofon provine în parte de la capul de redare care captează, prin inducție, radiațiile rețelei de distribuție de 50 Hz, precum și ale motorului și transformatorului de alimentare și în parte de la „suflul" primului tub preamplificator. Un aparat de calitate bună trebuie să aibă un zgomot de fond mai mic de —45 dB.

Variația de viteză se exprimă în procente față de viteza nominală și ea nu trebuie să depășească valoarea de 0,5%. Magnetofoanele mai bune nu prezintă o variație de viteză mai mare de 0,3%.

Puterea de ieșire este importantă doar în măsura în care audițiile urmează să fie făcute cu difuzoarele proprii ale magnetofonului sau cu difuzoare exterioare, conectate direct la acesta. În acest caz, o putere de ieșire de minimum 3 wați este de dorit. Amatorii mai pretențioși utilizează, însă, pentru audiții, un amplificator separat de înaltă fidelitate, care este atacat cu un semnal de audiofrecvență culeș la ieșirea ultimului etaj amplificator de tensiune al magnetofonului.

Sunetele înregistrate pe pista sonoră a unui film cinematografic se redau cu ajutorul unei celule fotoelectrice. O astfel de celulă se compune din doi electrozi: un catod și un anod, acesta din urmă fiind alimentat de la o sursă de tensiune pozitivă de cca

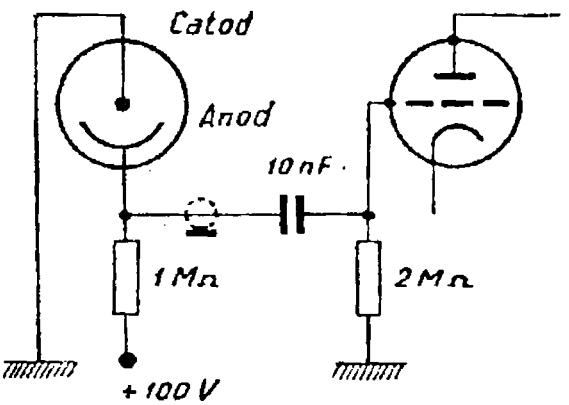


Fig. 26

100 V, în funcție de tipul celulei. Curentul produs de celula fotoelectrică depinde direct de cantitatea de lumină care ajunge la ea, iar aceasta, la rîndul ei, este în funcție de transparența pistei sonore a filmului.

În figura 26 este arătată schema electrică a unui dispozitiv de redare optică a sunetului. Tensiunea alternativă de audiofrecvență apare la capetele rezistenței de 1 megohm. Prin condesatorul de cuplaj de 50 nF, această tensiune este aplicată grilei de comandă a tubului preamplificator T, iar aceasta din urmă este legată la masă printr-o rezistență de 4,7 megohmi. Întrucît celula prezintă o impedanță ridicată, cablul de legătură dintre aceasta și grila tubului se ecranează în mod obligatoriu.

Redarea optică a sunetului prezintă o caracteristică de frecvență liniară pînă la cca. 2 000 Hz (fig. 27). Cu ajutorul unor elemente de corecție, ea poate fi extinsă pînă la 7 000—8 000 Hz.

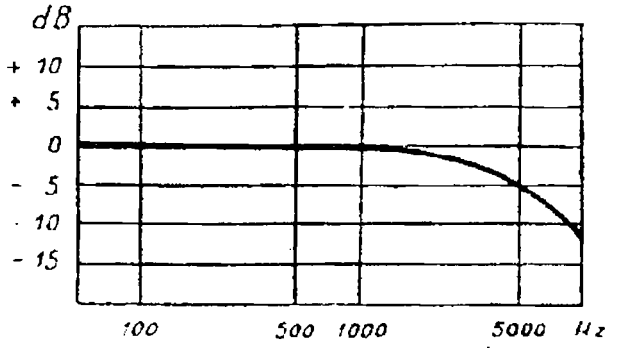


Fig. 27

PREAMPLIFICATORUL ȘI AMPLIFICATORUL

Sursele de semnal examinate pînă în prezent generează tensiuni mici, de ordinul zecilor sau sutelor de milivolți, iar în unele cazuri chiar mai puțin. Pentru ca aceste semnale să poată acționa unul sau mai multe difuzoare, este necesar ca amplitudinea lor să fie mărită, cu alte cuvinte ele să fie *amplificate*. Dar aceasta nu este suficient. Într-adevăr, difuzorul este un consumator de putere și ca atare etajul final ce atacă difuzorul va trebui să fie capabil să debiteze și puterea necesară în acest scop.

În general, o instalație de amplificare poate fi împărțită în trei părți distincte: preamplificatorul de tensiune, amplificatorul de tensiune și amplificatorul final de putere.

Preamplificatorul de tensiune poate fi construit pe un șasiu separat sau pe același șasiu cu restul instalației. La instalațiile mai pretențioase, precum și la cele de puteri mai mari, este recomandabilă realizarea unui preamplificator sub forma unei unități independente.

În cele mai multe cazuri, preamplificatorul mai cuprinde și elementele de corecție — filtre și egalizoare — necesare unei reproduceri de înaltă calitate și care compensează distorsiunile de frecvență ale diferitelor surse de semnal, așa cum s-a arătat mai înainte. Din

această cauză, de multe ori preamplificatorul mai poartă și denumirea de „preamplificator-egalizor".

Condițiile tehnice pe care trebuie să le îndeplinească un astfel de aparat sînt următoarele:

a — să permită conectarea la intrare a diferitelor surse de semnal, prezentînd pentru fiecare o impedanță adecuată;

b — să permită mixajul acestor semnale, după necesitate;

c — să fie prevăzut cu elemente de corecție necesare pentru fiecare intrare în parte, astfel ca la ieșirea din preamplificator semnalul să aibă o caracteristică de frecvență cît mai lineară;

d — să asigure o amplificare corespunzătoare pentru fiecare sursă de semnal, astfel ca la ieșire să se obțină o tensiune de audiofrecvență de cca. 0,1—1 volt.

Condițiile de mai sus vor trebui satisfăcute doar în măsura cerințelor amatorului și corespunzător cu numărul surselor de semnal disponibile.

Amplificatorul de tensiune cuprinde etajele de amplificare dintre preamplificator și etajul final de putere. În acestea se înglobează — în cazul etajelor finale în contratimp — și etajul de defazare.

Condițiile tehnice pe care trebuie să le îndeplinească amplificatorul de tensiune sînt următoarele:

a — să asigure o amplificare uniformă a tuturor frecvențelor cuprinse în gama audibilă;

b — să introducă distorsiuni nelineare cît mai mici;

c — să asigure o amplificare suficient de mare pentru a obține la ieșire o tensiune alternativă de audiofrecvență corespunzătoare necesităților tubului (tuburilor) finale de putere.

Amplificatorul final de putere poate cuprinde unul, două sau mai multe tuburi triode sau pentode. Amatorii folosesc etaje simple cu un tub sau etaje în contratimp cu două tuburi pentode. Cu rare excepții, în tehnica modernă, triodele au fost abandonate din considerente economice, întrucît au un randament mai scăzut și totodată necesită o tensiune de atac mai mare. Ele se mai folosesc uneori în etajele finale în contratimp ale amplificatoarelor de putere mică.

Condițiile tehnice pe care trebuie să le îndeplinească etajul final sînt aceleași ca și cele enumerate la punctele *a* și *b* din paragraful precedent. O importanță deosebit de mare în această privință o are transformatorul de ieșire care trebuie să introducă distorsiuni cît mai mici și trebuie să asigure o adaptare corectă a tubului (tuburilor) cu difuzoarele folosite.

DIFUZORUL

Difuzorul nu este altceva decît un emițător acustic care transformă puterea electrică în unde acustice. Orice difuzor este compus dintr-un sistem mobil care transformă oscilațiile electrice în vibrații mecanice și o membrană care, sub acțiunea sistemului mobil, emite unde acustice în aerul înconjurător.

Difuzoarele moderne folosesc principiul electrodinamic pentru transformarea puterii electrice în energie mecanică. Acest principiu permite obținerea unor vibrații de amplitudine mare fără distorsiuni prea mari și are o funcționare stabilă.

Sistemul mobil al unui difuzor de acest tip cuprinde o bobină mobilă (fig. 28) care se mișcă în întrefierul unui magnet permanent.

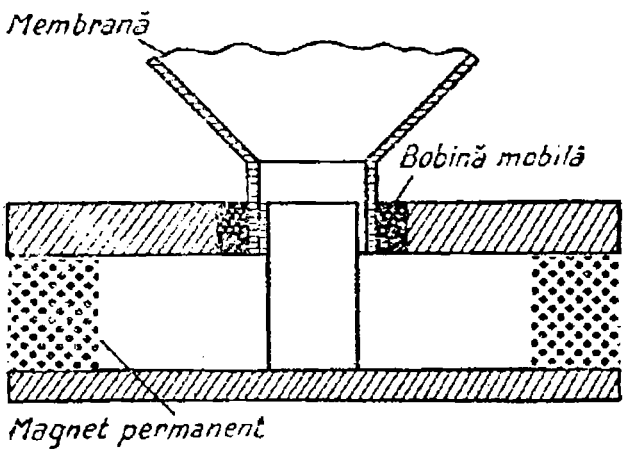


Fig. 28

Difuzoarele mari asigură o mai bună reproducere a frecvențelor joase decît cele mici. Pe de altă parte, difuzoarele mari reproduc mai puțin bine frecvențele acute, din cauza masei sistemului mobil. Din această cauză, pentru a se putea ajunge la o redare completă a întregului spectru de sunete, utilizarea mai multor difuzoare este inevitabilă.

Instalațiile de înaltă fidelitate folosesc filtre care împart gama de audiofrecvență în două sau trei subgame. Fiecare din aceste subgame alimentează un difuzor (sau un ansamblu de difuzoare) adecuat. Avantajele acestei metode sînt următoarele:

a — fiecare difuzor, nefiind destinat decît reproducerii unei benzi de frecvențe audio înguste, poate avea un randament mai ridicat;

b — frecvențele înalte nu mai sînt modulate prin deplasarea sistemului mobil la frecvențe joase, deci distorsiunile de intermodulație sînt suprimate.

In afară de difuzoarele electrodinamice cu magnet permanent sau cu bobină de excitație, în radioreceptoarele moderne se mai pot întîlni difuzoare piezoelectrice și difuzoare electrostatice (condensator). Acestea din urmă se utilizează îndeosebi pentru redarea frecvențelor acute.

Construcția practică a unei cutii tip „bas-reflex", pentru diferite mărimi de difuzoare, este dată în ultimul capitol al acestui volum.

CONSTRUCȚIA PREAMPLIFICATOARELOR DE AUDIOFRECVENȚĂ

În cele ce urmează vom descrie funcționarea și modul de realizare practică a unui număr de scheme de preamplificatoare cu tuburi și tranzistoare. Amatorul va studia toate montajele descrise și va trece la construcția celui care se încadrează cel mai bine în cerințele sale. Preamplificatoarele descrise sînt concepute ca unități independente. În general ele vor putea fi însă montate împreună cu amplificatorul. În ceea ce privește alimentarea lor, aceasta se va putea face dintr-un redresor separat sau se va putea lua de la redresorul amplificatorului sau radioreceptorului cu care respectivul preamplificator va lucra.

UN PREAMPLIFICATOR CU UN TUB

În figura 29 este prezentată schema electrică de principiu a unui preamplificator care folosește tubul pentodă tip EF86. Acest tub are proprietăți deosebit de bune pentru a fi folosit la amplificarea semnalelor mici, el avînd o construcție antimicrofonică și un zgomot de fond (suflu) redus.

Examinînd schema, observăm că preamplificatorul este prevăzut cu două intrări: o intrare de impedanță mare și o intrare de impedanță mică. Prima va putea servi, de exemplu, la adaptarea unui microfon sau al unui picup piezoelectric, iar cea de a doua la adap-

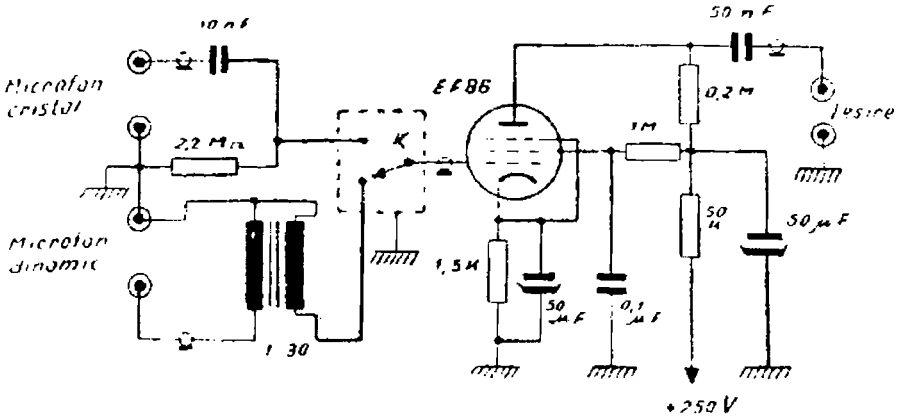


Fig. 29

tarea unui microfon dinamic, care nu are montat în el un transformator special ridicător de impedanță, sau a unei chitare electrice prevăzuate cu o doză electromagnetică. Comutarea de la o intrare la alta se va face cu ajutorul unui comutator simplu cu două poziții. Negativarea tubului se face automat prin rezistența de catod de 1 500 ohmi, decuplată la masă prin condensatorul electrolitic de 50 MF.

Pentru a asigura o amplificare lipsită de zgomot de rețea (brum), tensiunea anodică este filtrată suplimentar prin grupul format de rezistența de 50 Kohmi și condensatorul electrolitic de 50 MF.

Un astfel de preamplificator are un factor de amplificare de cca. 150. Aceasta înseamnă că un semnal de 5 mV va fi mărit pînă la valoarea de cca. 0,7—0,8 V, ceea ce este suficient pentru a ataca bornele de P.U. ale unui radioreceptor de tip mai vechi sau cu sensibilitate mică la intrarea în etajele de audiofrecvență.

Caracteristica de frecvență a acestui montaj este liniară între 40—15 000 Hz. Pentru aceasta amatorul va respecta însă în mod obligatoriu valorile condensatoarelor trecute pe schemă. O capacitate mai mică a condensatorului de decuplaj a ecranului sau a catodului va atrage după sine o înrăutățire a amplificării la frecvențe joase.

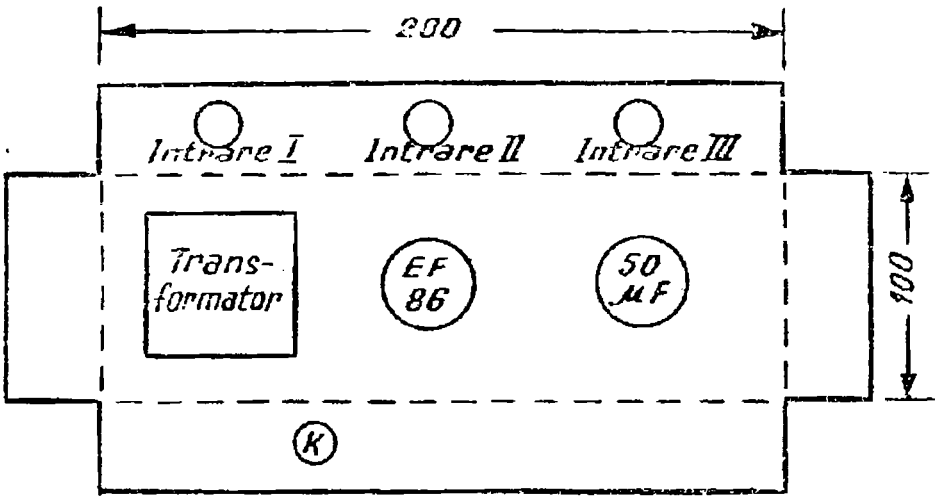


Fig. 30

Toate piesele componente vor fi montate pe un șasiu avînd dimensiunile 100 × 200 mm. Punctul de legare la masă al condensatorului de 50 MF va fi ales drept punct de masă comun pentru toate celelalte piese.

La intrare s-au utilizat mufe-mamă standardizate, cu 3 contacte. In lipsă se vor putea folosi bucșe radio obișnuite. Legătura „caldă" de la mufă sau bucșă la grila tubului, se va executa din cablu de conexiune ecranat și va fi pe cît se poate de scurtă. Aceasta din cauză că astfel de conexiuni au o capacitate proprie de cca. 150 — 200 pF/metru și ca atare ele reprezintă o capacitate în paralel cu grila tubului. Această capacitate — cînd devine prea mare — introduce o atenuare apreciabilă a frecvențelor înalte și influențează defavorabil curba de răspuns a preamplificatorului.

Ieșirea acestui preamplificator fiind de înaltă impedanță, el va trebui plasat în imediata apropiere a amplificatorului pe care-l precedă, legătura între cele două aparate trebuind să se facă printr-un cablu ecranat.

Tensiunea de încălzire a filamentului, precum și tensiunea anodică de 250 V,, se vor lua de la redresorul existent.

În mod obligator tubul EF86 nu se va monta rigid pe șasiu, ci prin intermediul unor rondele elastice de cauciuc sau material plastic, în vederea prevenirii microfoniei.

Șasiul preamplificatorului se va executa ținînd seama de cotele indicate în figura 30.

UN PREAMPLIFICATOR MICROFONIC DE INALTĂ FIDELITATE CU DOUĂ TUBURI

Un microfon de calitate superioară necesită un preamplificator de calitate corespunzătoare. Schema din figura 31 îndeplinește condițiile de înaltă fidelitate, în măsură să satisfacă amatorul pretențios, dotat cu ureche muzicală.

Curba de răspuns a acestui preamplificator este liniară de la 30 — 20 000 Hz, cu o abatere mai mică de 2 dB.

Preamplificatorul cuprinde două etaje: un etaj amplificator echipat cu tubul EF40 și un etaj — repetor catodic — echipat cu tubul EC92. Acesta din urmă va putea fi, la nevoie, înlocuit, cu rezultate similare, prin tubul ECC81 (o triodă).

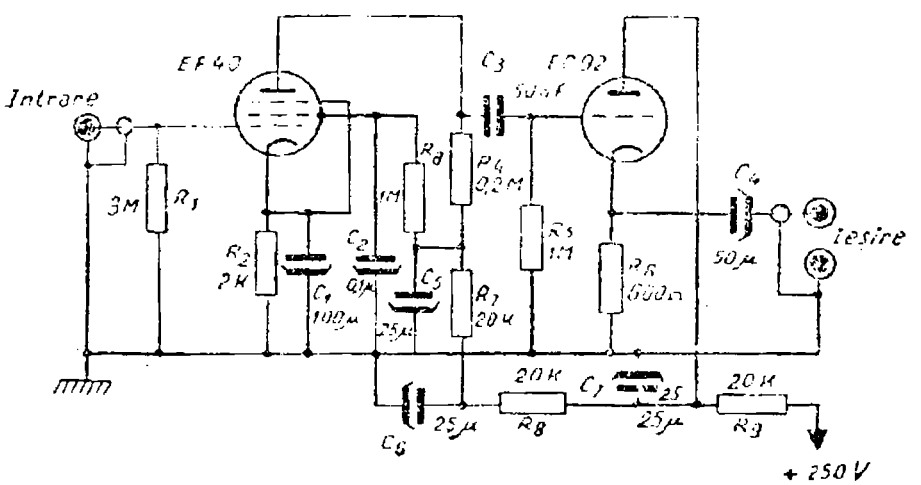


Fig. 31

Aplicînd la intrare o tensiune de 3 mV, vom dispune la ieșire de 0,4 volți, ceea ce este suficient pentru toate cazurile întîlnite în practică. Factorul de amplificare al primului etaj este de cca. 160, iar factorul de amplificare al celui de al doilea etaj este de 0,94. Remarcăm că aceasta din urmă este o valoare subunitară, deci etajul repetor *nu amplifică, ci atenuează* semnalul primit. În schimb, repetorul catodic prezintă o impedanță de ieșire mică, ceea ce permite folosirea unui cablu ecranat lung de mai mulți metri între preamplificator și amplificator, fără a înrăutăți caracteristica de frecvență.

Un filtraj triplu, compus din rezistențele R7, R8, R9 și condensatoarele C5, C6, C7 asigură alimentarea anodică a aparatului cu un curent continuu avînd o componentă alternativă extrem de mică. Pentru a elimina orice posibilitate de zgomot de rețea, filamentul tubului EF40 se încălzește tot cu curent continuu. Acesta se obține prin redresarea cu ajutorul unei punți de semiconductoare, a unei tensiuni alternative de 12,6 V. În multe cazuri această tensiune se poate obține prin legarea în serie a două înfășurări de 6,3 V. Dacă amatorul întîmpină greutăți în procurarea semiconductoarelor sau a condensatoarelor de filtraj de capacitate mare, va renunța la acest sistem de alimentare.

În figura 32 se poate vedea planul șasiului, care se va executa din tablă de aluminiu sau tablă de fier de 1,5 mm grosime.

În figura 33 sînt arătate vederile din față *(a)* și din spate *(b)* ale preamplificatorului, iar în figura 34 caracteristica de frecvență a acestuia.

Se recomandă montarea tuturor pieselor mărunte, cum ar fi condensaloare și rezistențe, pe o regletă de pertinax prevăzută cu cose de lipit. Punctele de masă nu se vor lipi întîmplător pe șasiu, ci se va utiliza o sîrmă dezizolată de 1 sau 1,5 mm diametru, care va înconjura șasiul și va avea un capăt lipit la contactul de masă al mufei de intrare (sau la bucșa radio respectivă).

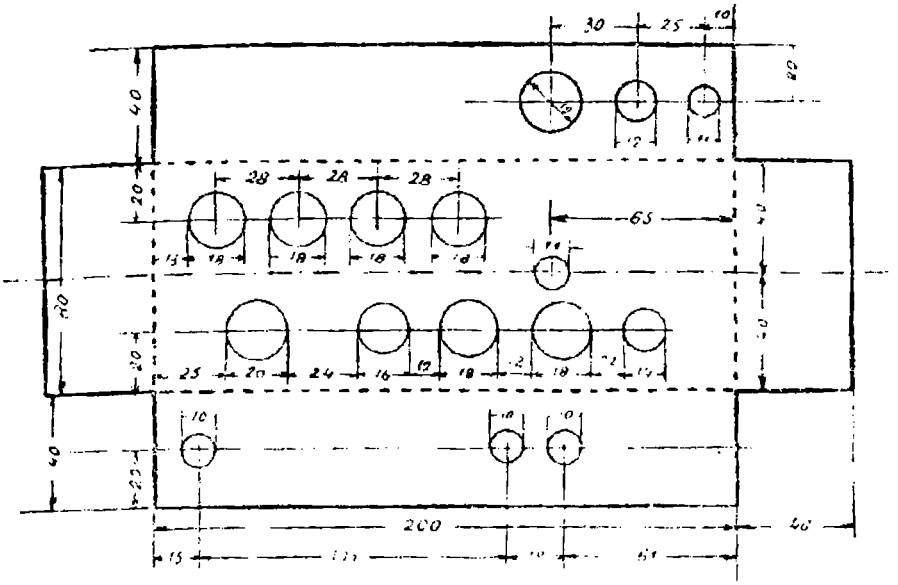


Fig. 32

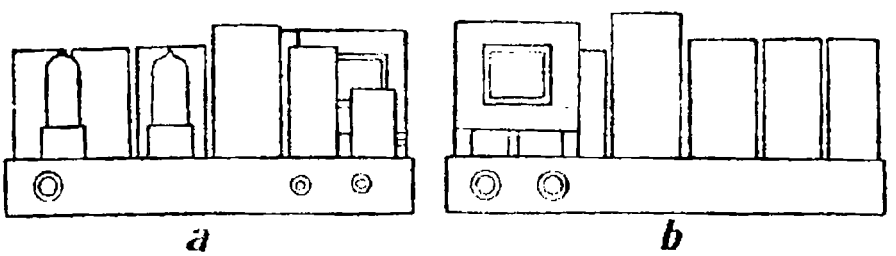


Fig. 33

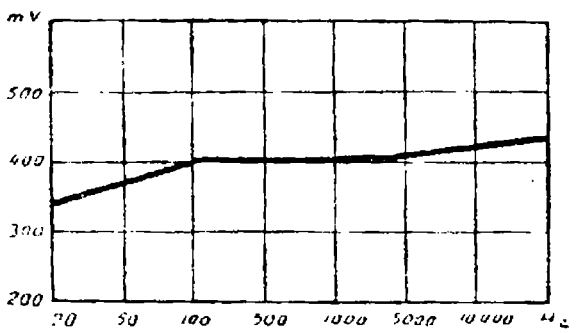


Fig. 34

LISTA DE MATERIALE

R 1 — 3 Mohmi	C 1 — 100MF/6 V
R 2 — 2 Kohmi	C 2 — 0,1 MF
R 3 — 1 Mohm	C 3 — 50nF
R 4 — 0,2 Mohmi	C 4 — 50 MF/6 V
R 5 — 1 Mohm	C 5 — 25 MF/350 V
R 6 — 600 ohmi	C 6 — 25 MF/350 V
R 7 — 20 Kohmi	C 7 — 25 MF/350 V
R 8 — 20 Kohmi	T 1 — EF 40
R 9 — 20 Kohmi	T 2 — EC 92

UN PREAMPLIFICATOR CU DOUĂ TUBURI

Folosind o dublă triodă, de tipul ECC 85, se poate realiza un etaj preamplificator ca acela prezentat în schema de principiu din figura 35. Acest tip de montaj reunește avantajele triodei cu cele ale pentodei: zgomot mic și amplificare mare. Desigur că pentru aceasta se folosesc două triode, însă ele fiind combinate într-un singur balon, costul rămîne același.

Al doilea tub al preamplificatorului este un transformator electronic de impedanță clasic.

Amplificarea globală a aparatului este de aproximativ 170. La intrare se poate conecta orice tip de microfon. În cazul folosirii unui microfon dinamic, acesta va trebui să fie prevăzut cu transformatorul său de adaptare.

Caracteristica de frecvență a preamplificatorului este foarte bună, fiind cuprinsă între 50 — 20 000 Hz, cu o neuniformitate de maximum 1 dB.

În cazul în care filamentul tubului ECC 85 se încălzește cu curent continuu, raportul semnal-zgomot al acestui preamplificator atinge valoarea de — 60 dB, ceea ce înseamnă că la un nivel al semnalului de ieșire de 1 volt corespunde un nivel de zgomot de 1 mV (raport de tensiuni: 1/1 000).

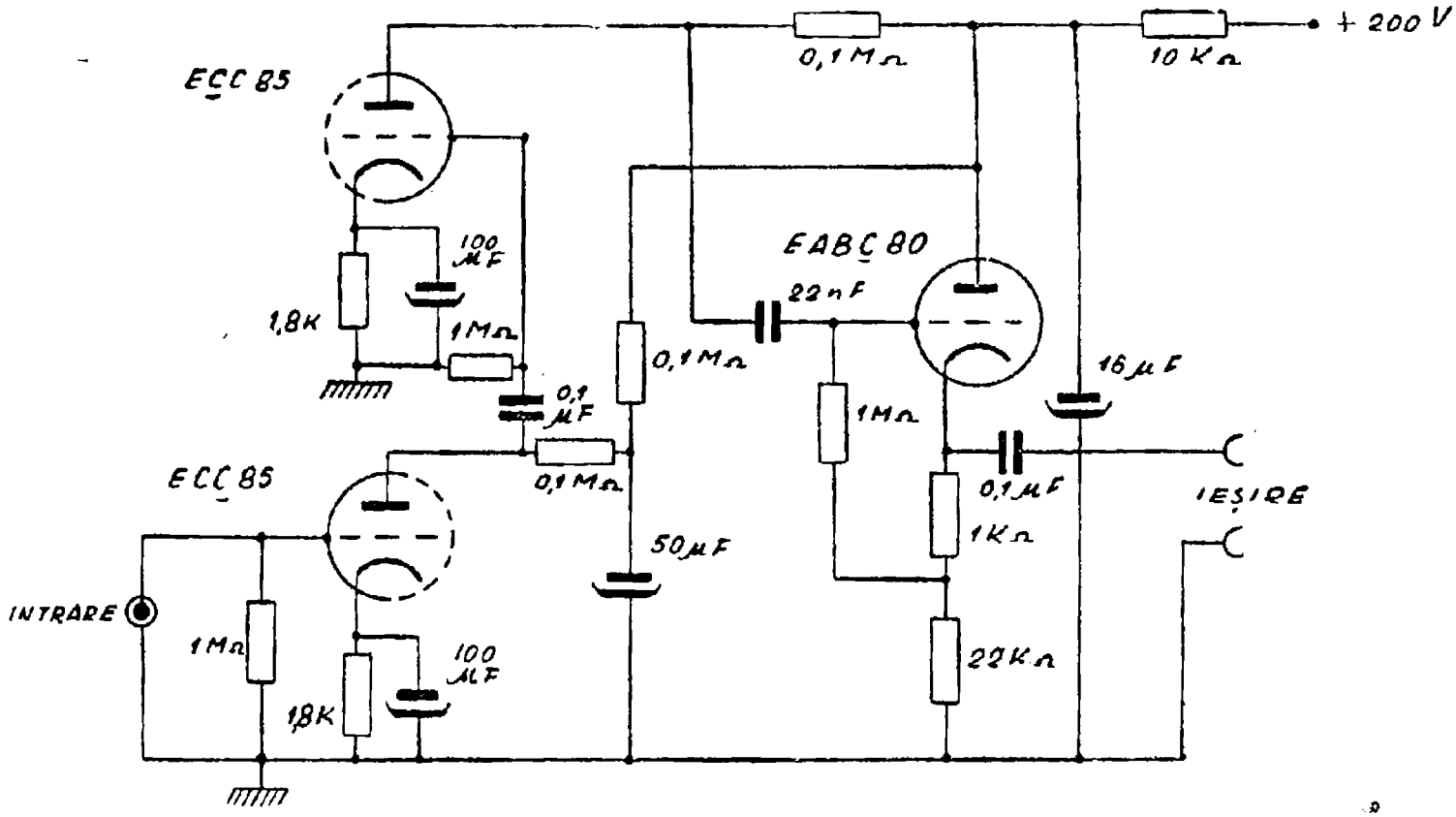

+ 200 V
0,1 MΩ
10 KΩ
ECC 85
100 μF
1,8K
1MΩ
0,1 μF
0,1 MΩ
EABC 80
22 nF
0,1 MΩ
1MΩ
16 μF
0,1 μF
IEȘIRE
1KΩ
22KΩ
50 μF
ECC 85
INTRARE
1MΩ
1,8K
100 μF

Fig. 35

Impedanța de ieșire este de 200 ohmi și ca atare se poate folosi pentru efectuarea legăturii cu amplificatorul un cablu ecranat de lungime mare sau chiar un cablu bifilar obișnuit.

Alimentarea anodică se va lua de la un redresor existent, consumul de curent fiind de ordinul a cîțiva miliamperi.

Tot ansamblul poate fi montat într-o cutie de aluminiu de dimensiuni reduse. Cele 8 rezistențe și cele 5 condensatoare se vor monta pe o regletă de pertinax. Mufa de microfon va constitui punctul general de masă, la care se va lega și șasiul.

UN PREAMPLIFICATOR-EGALIZOR CU PATRU TUBURI

Pentru audioamatorii avansați, care doresc să obțină maximum de rezultate, indiferent de cost, precum și pentru cei ce se ocupă de înregistrarea sunetului, prezentăm un preamplificator-egalizor perfecționat.

Urmărind schema electrică (fig 36), vedem că acest aparat se compune dintr-un etaj echipat cu tubul EF 86, pentru amplificarea semnalelor foarte mici. Pentru amplificarea semnalelor date de un picup se utilizează o dublă triodă tip ECC 81. În acest etaj găsim și circuitele de egalizare pentru diferite tipuri de discuri. Urmează un etaj de amplificare cu tubul ECC 83, care cuprinde sistemul de control al tonalității, foarte eficace în acest montaj. În sfîrșit, mai vedem încă un tub EF 86, care de această dată este folosit ca repetor catodic, avînd drept scop obținerea unei impedanțe de ieșire joase, pentru motivele arătate anterior.

Primul etaj este clasic, cu excepția faptului că nu se utilizează negativarea automată, catodul tubului fiind conectat la masă. În loc de negativare prin rezistență catodică se folosește o rezistență de grilă

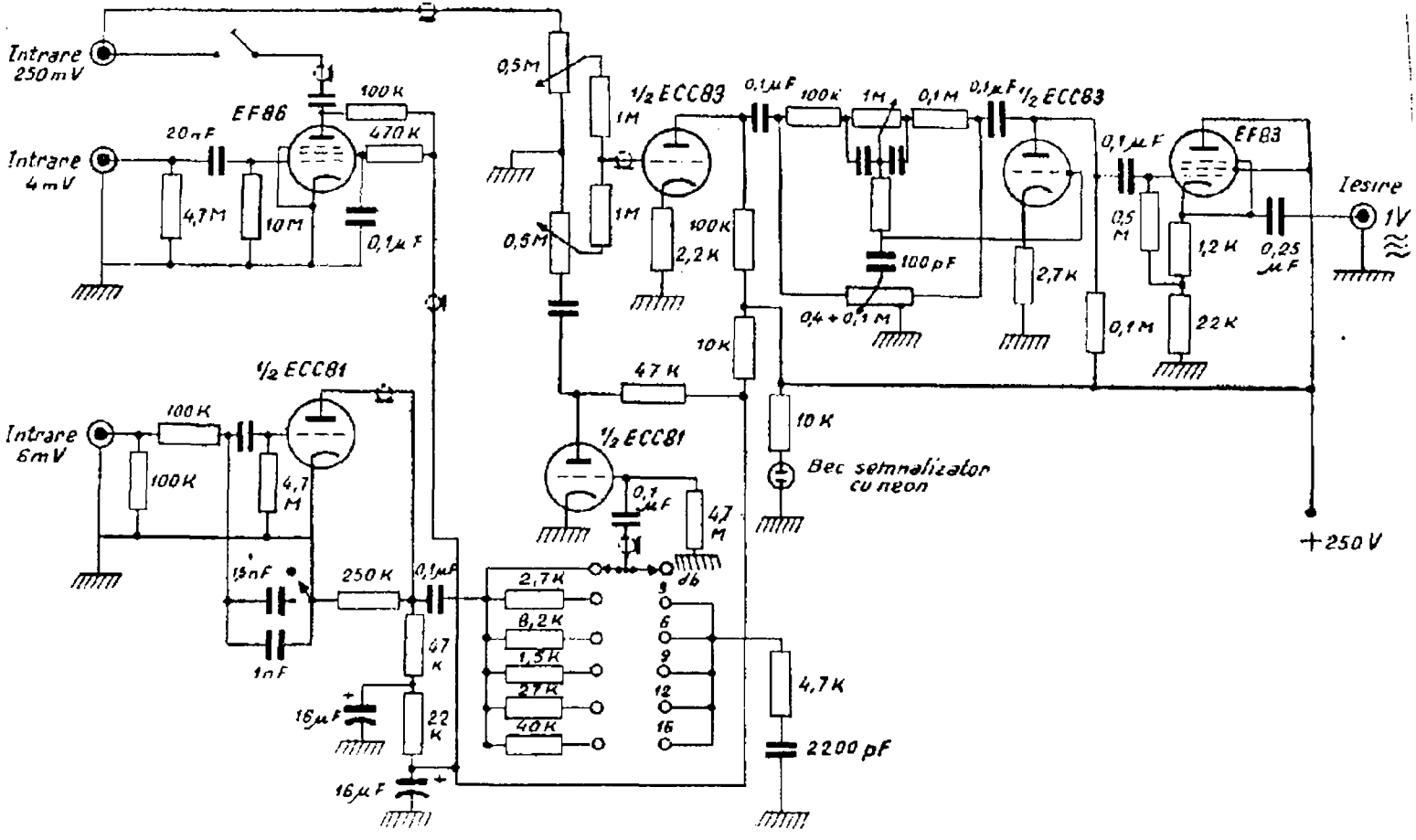

Intrare 250 mV
Intrare 4 mV
Intrare 6 mV
EF86
20 nF
100 K
470 K
4,7 M
10 M
0,1 µF
½ ECC81
100 K
4,7 M
1,5 nF
1 nF
250 K
0,1 µF
47 K
22 K
16 µF
16 µF
0,5 M
1 M
1 M
0,5 M
½ ECC83
100 K
2,2 K
0,1 µF
100 K
1 M
0,1 M
0,1 µF
½ ECC83
100 pF
0,4 + 0,1 M
2,7 K
0,1 µF
EF83
0,5 M
1,2 K
0,25 µF
22 K
0,1 M
Iesire 1V
+250 V
10 K
47 K
½ ECC81
0,1 µF
47 M
db
10 K
Bec semnalizator cu neon
2,7 K
8,2 K
1,5 K
27 K
40 K
9
6
9
12
16
4,7 K
2200 pF

Fig. 36

de valoare foarte mare (10 megohmi), negativarea făcîndu-se în acest caz datorită căderii de tensiune provocate de curentul de grilă. Amplificarea acestui etaj este de aproximativ 90. Un potențiometru separat reglează nivelul semnalului aplicat la intrarea tubului EF 86.

Preamplificatorul „fono", la care se poate conecta o doză de redare magnetică sau piezoelectrică, utilizează tubul ECC 81, cuprinzînd două triode. Amplificarea globală a acestui etaj este de aproximativ 70, din cauza atenuării introduse de circuitele de egalizare. Ambele triode sînt negativate prin curenți de grilă, catodele respective fiind legate la masă. Prima triodă are o buclă de reacție negativă (de la placă la grilă) cu ajutorul careia se obține o corecție a frecvențelor joase. Întrucît corecția necesară diferă pentru discurile standard și micro, s-a prevăzut un comutator cu două poziții în acest scop. În prima poziție ridicarea frecvențelor joase începe la 500 Hz, în cel de-al doilea caz la 1 000 Hz.

Corecția frecvențelor înalte are loc în trepte de cîte 3 dB, la frecvența de 10 000 Hz. În total comutatorul respectiv are 6 poziții și permite o atenuare de maximum 16 dB a frecvențelor acute.

În cele două etaje descrise mai sus, se vor folosi exclusiv rezistențe de 0,5 wați, pentru a micșora pe cît posibil zgomotul introdus de acestea.

Un potențiometru separat reglează nivelul preamplificatorului „fono" și permite, la nevoie, efectuarea unui mixaj cu semnalele provenite de la intrarea de nivel mic.

Între cele două triode ale tubului ECC 83 se află circuitele de control al tonalității. Aceste circuite cuprind două potențiometre, prin reglarea cărora se poate obține o atenuare sau o amplificare a frecvențelor înalte (20 000 Hz) sau joase (20 Hz) de $\pm$ 20 dB. Lipsa condensatoarelor de negativare (catode nedecuplate) are drept efect o reacție negativă de curent, care îmbunătățește factorul de distorsiuni neliniare al acestui etaj.

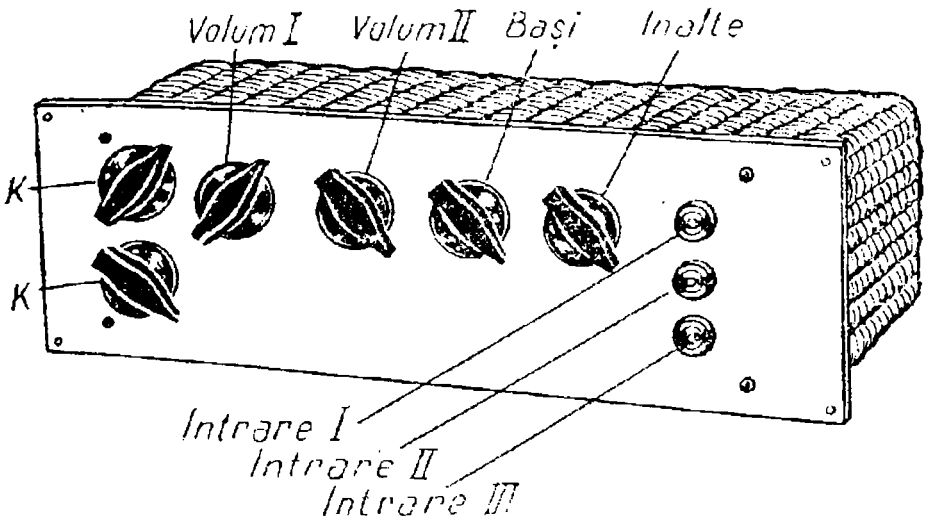


Fig. 37

Ultimul etaj este un repetor catodic clasic și nu necesită comentarii. De menționat că tubul EF 86 este utilizat ca triodă, prin legarea împreună a anodului cu ecranul.

Pentru o tensiune de ieșire de 1 volt, sensibilitatea acestui preamplificator este de 4 mV la bornele „microfon", de 6 mV la bornele „fono" și de 250 mV la bornele „nivel mare". Acestea din urmă permit conectarea unui radioreceptor (de la ieșirea diodei).

În figura 37 poate fi văzut aspectul exterior al aparatului.

UN TRANSFORMATOR DE IMPEDANȚĂ ELECTRONIC

Se întîmplă uneori ca amatorul să fie pus în situația de a instala un picup într-o altă încăpere decît aceea în care se află amplificatorul sau radioreceptorul la care urmează să fie conectat. Folosirea unui cablu ecranat prea lung nu este recomandabilă. Într-o astfel de situație, repetorul catodic reprezintă o soluție tehnică corectă.

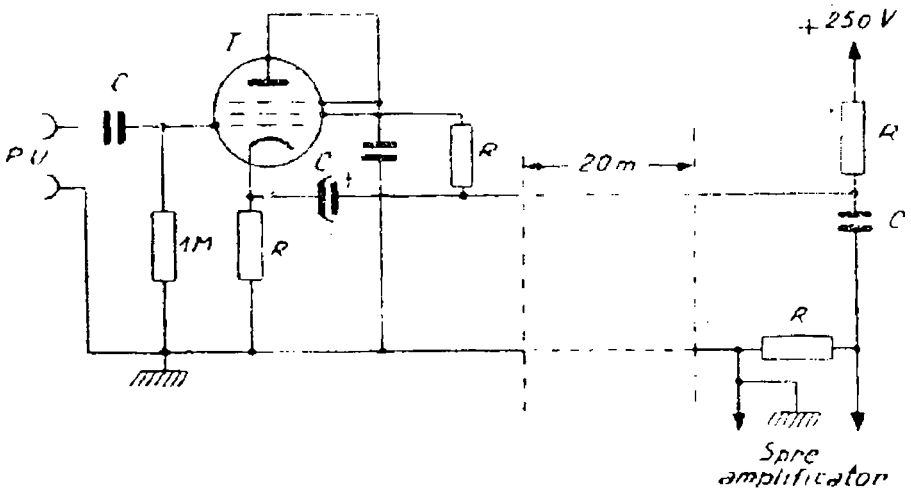


Fig. 38

Schema de principiu a unui astfel de montaj este reprezentată în figura 38. Se poate utiliza orice tub triodă sau pentodă (legată ca triodă). Schema noastră prevede tubul AF 7 și, fără a schimba celelalte valori, în locul lui poate fi folosit tubul EF 6, EF 86 etc. Datorită unui artificiu de montaj, alimentarea anodică a tubului, care se obține de la receptor sau amplificator, este adusă pe aceeași linie ca și tensiunea de audiofrecvență. Cu alte cuvinte este necesară doar folosirea unui conductor bifilar obișnuit. Tensiunea este împiedicată să ajungă la bornele de intrare ale receptorului și la catodul repetorului din cauza prezenței condensatoarelor C2 și C4. Pe de altă parte, tensiunea de audiofrecvență este separată de masă prin rezistențele R3 și R4.

Caracteristica de frecvență a acestui aparat este foarte bună. Folosind un cablu de legătură de maximum 20 metri, se obține o redare aproape uniformă a tuturor frecvențelor cuprinse în gama 40 — 15 000 Hz.

LISTA DE MATERIALE

R 1 — 1 Mohm	C 1 — 20 nF
R 2 — 1 Kohm	C 2 — 8 MF/15 V
R 3 — 50 Kohmi	C 3 — 1 MF
R 4 — 50 Kohmi	C 4 — 20 nF
R 5 — 1 Mohm	

UN PREAMPLIFICATOR DE MICROFON CU UN TRANZISTOR

Cu ajutorul unui singur tranzistor se poate construi un preamplificator microfonic extrem de simplu, al cărui cost reprezintă minimum ce poate fi atins într-un astfel de montaj.

Preamplificatorul, a cărui schemă de principiu poate fi văzută în figura 39, permite amplificarea semnalelor primite de la un microfon dinamic fără transformator încorporat (intrare A) sau de la un microfon cu cristal (intrarea B). Avînd în vedere dimensiunile sale reduse, întreg ansamblul, compus din cîteva piese, poate fi introdus în cele mai multe cazuri, chiar în carcasa microfonului, de unde va rezulta un zgomot de fond practic inexistent. În cazul în care preamplificatorul va fi montat exterior, cablul de legătură cu microfonul va trebui neapărat să fie ecranat și tresa metalică legată la masă.

Urmărind schema, constatăm că se folosește un montaj cu emiterul la masă. Baza tranzistorului nu este menținută, ca de obicei, la un potențial oarecare (în curent continuu), așa încît lipsesc condensatoarele de decuplaj sau rezistențele necesare în mod obișnuit pentru obținerea unei polarizări sau al unui curent de repaus.

Pentru a asigura preamplificatorului o funcționare lipsită de distorsiuni, va fi necesar să folosim un

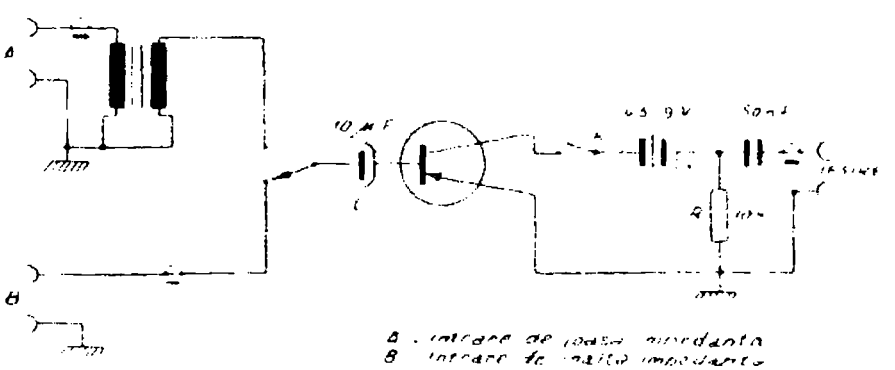


Fig. 39

condensator de cuplaj (C) de calitate foarte bună. Totodată va trebui să experimentăm valoarea rezistenței R. În acest sens, amatorul trebuie să știe că o valoare mai mare a acestei rezistențe va mări amplificarea în dauna stabilității, în funcție de temperatură și invers. Valoarea de 10 Kohmi din schemă reprezintă un compromis acceptabil. Se poate utiliza orice tranzistor de audiofrecvență de tipul „pnp". Tensiunea de alimentare va fi dată de o baterie și valoarea ei poate fi cuprinsă între 3 — 9 volți.

Se recomandă ca preamplificatorul să nu lucreze la o temperatură ambiantă mai mare de 35°C. Pentru a putea compensa distorsiunile care pot apărea ca urmare a uzurii sursei de alimentare sau chiar a tranzistorului, amatorul va putea înlocui rezistența R cu o rezistență de 5 Kohmi legată în serie cu o rezistență variabilă de 10 Kohmi.

UN PREAMPLIFICATOR CU DOUĂ TRANZISTOARE

Scopul acestui preamplificator este în primul rînd acela de a permite adaptarea la intrarea de impedanță mare a unui magnetofon sau a unui microfon dinamic de calitate superioară. De fapt înlocuirea unui transformator microfonic de adaptare cu un preamplificator de acest fel este avantajoasă și din punct de vedere al raportului semnal-zgomot, fără a pune la socoteală faptul că un transformator de impedanță este greu de realizat în condiții de amator și este în orice caz totdeauna susceptibil de a culege zgomote de rețea nedorite.

Amplificarea dată de acest montaj (fig 40) este suficientă pentru a permite instalarea microfonului departe de sursa sonoră, pentru anumite utilizări speciale (înregistrarea pe bandă de magnetofon a ciripitului păsărelelor într-o pădure etc.), preamplifi-

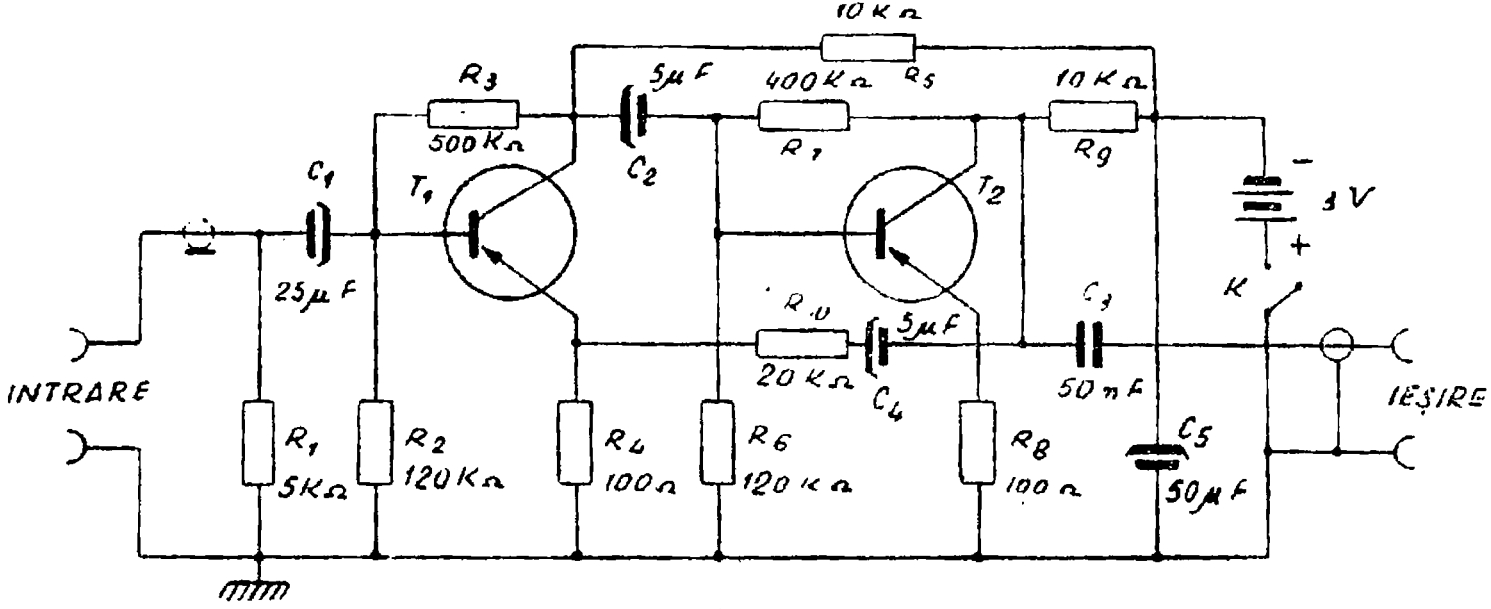

10 K Ω
R3
500 K Ω
5 μ F
C2
400 K Ω
R5
R7
10 K Ω
R9
C1
25 μ F
T1
T2
9 V
+
K
R10
20 K Ω
5 μ F
C4
C3
50 n F
INTRARE
IEȘIRE
R1
5 KΩ
R2
120 K Ω
R4
100 Ω
R6
120 K Ω
R8
100 Ω
C5
50 μ F

Fig. 40

catorul putînd fi conectat la intrarea „microfon" al oricărui magnetofon portabil alimentat din baterii sau acumulatoare.

În măsura posibilităților, se vor utiliza piese miniatură. Întreg ansamblul poate fi montat într-o cutie de aluminiu avînd dimensiunile 13×8×4 cm. Rezistențele, condensatoarele și cele două tranzistoare se vor așeza pe o regletă de pertinex corespunzătoare. Mufele sau bucșele pentru intrare și ieșire se vor monta direct pe cutia de aluminiu. În cazul folosirii bucșelor, două din acestea vor fi izolate de cutie.

Alimentarea acestui preamplificator va fi asigurată de o baterie avînd o tensiune de 3 volți.

Pentru T_1 se va utiliza de preferință un tranzistor de radiofrecvență, care are zgomot mai mic. T_2 va putea fi de orice tip, de audiofrecvență.

UN PREAMPLIFICATOR CU TREI TRANZISTOARE

Schema de principiu din figura 41 ilustrează un preamplificator clasic, capabil să atace cu un semnal de amplitudine suficient de mare — cca. 2 volți — orice amplificator de audiofrecvență standard, cu tuburi. Amplificarea de tensiune a acestui aparat este de aproximativ 50, iar nivelul maxim de tensiune admis la bornele de intrare — fără a supraîncărca primul etaj — este de cel mult 50 mV. Reiese de aici că preamplificatorul poate fi atacat de orice tip de microfon de joasă impedanță sau de o doză de redare magnetică.

Fiecare etaj al preamplificatorului este stabilizat prin utilizarea unor rezistențe (R 6, R 10, R 15) în circuitul emiterului și al unei reacții în curent continuu de la colector la bază.

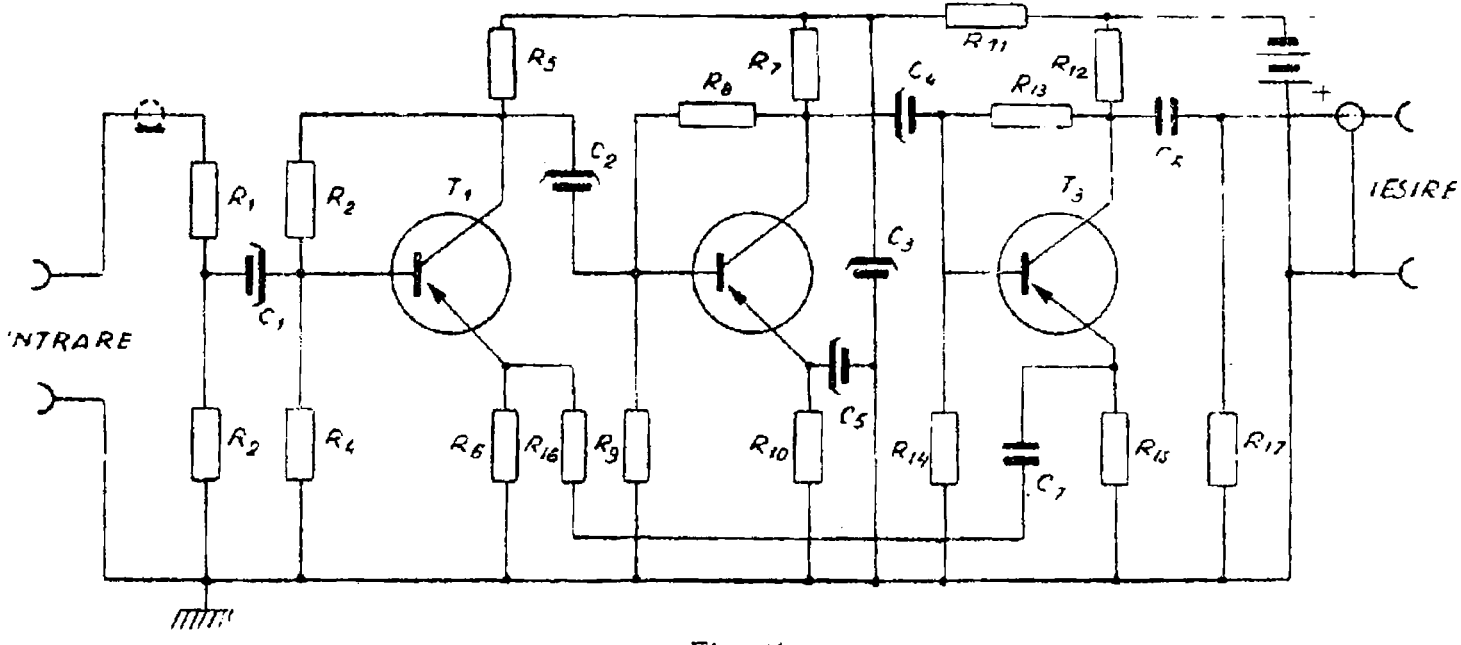

R11
R5
R7
R8
C4
R12
R13
C6
C2
T1
T3
C3
R1
R2
C1
IESIRE
INTRARE
C5
R2
R4
R6
R16
R9
R10
R14
C7
R15
R17

Fig. 41

Primul tranzistor are emiterul nedecuplat. Astfel ia naștere o reacție negativă de curent (întocmai ca în cazul unui catod nedecuplat la un tub electronic), care mărește impedanța de intrare a tranzistorului.

Al doilea tranzistor are emiterul decuplat, pentru a se obține în acest etaj amplificarea maximă posibilă.

Emiterul celui de al treilea tranzistor este tot nedecuplat și de la acest punct pleacă o linie de reacție negativă selectivă (dependentă de frecvență) la emiterul primului tranzistor. Datorită acesteia se obține o corecție a frecvențelor joase de cca. 18 dB la frecvența de 40 Hz (15 dB la 80 Hz), absolut necesară în cazul folosirii dozelor de redare magnetice moderne. În cazul folosirii altor surse de semnal, pentru care o astfel de corecție nu este utilă, se va renunța la condensatorul C 7, iar rezistența R 16 va avea valoarea de 5 Kohmi.

Impedanța de ieșire a ultimului tranzistor este practic egală cu valoarea rezistenței R 12, fiind în consecință de 18 Kohmi. Aceasta este o valoare suficient de mică pentru a permite conectarea la bornele de ieșire a unui cablu ecranat de 4 — 5 metri lungime.

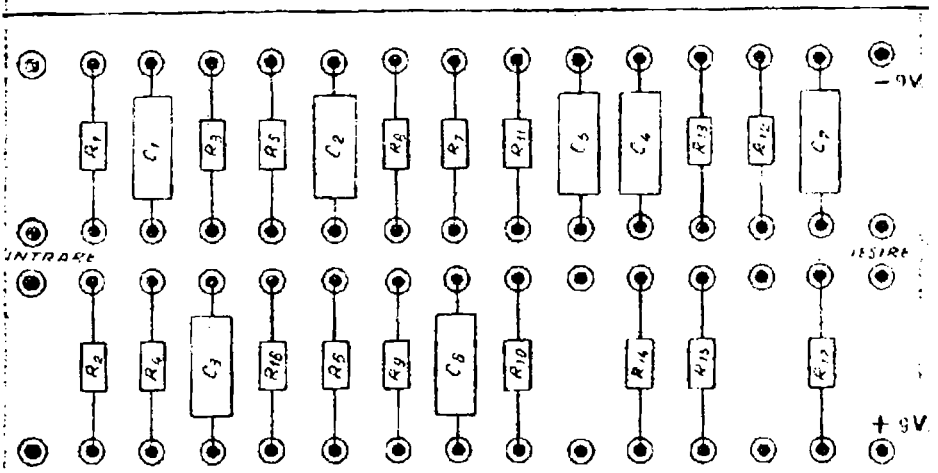


Fig. 42

In cazul în care acest preamplificator urmează să fie folosit cu un amplificator echipat tot cu tranzistoare, capacitatea condensatorului C 8 va fi mărită la 3 MF.

Toate piesele componente ale acestui preamplificator se vor monta pe o regletă, conform figurii 42.

LISTA DE MATERIALE

R 1 — 3300 ohmi	R 13 — 470 Kohmi
R 2 — 3300 ohmi	R 14 — 27 Kohmi
R 3 — 470 Kohmi	R 15 — 1 Kohm
R 4 — 47 Kohmi	R 16 — 1,5 Kohmi
R 5 — 33 Kohmi	R 17 — 1 Megohm
R 6 — 1500 ohmi	C 1 — 10 MF
R 7 — 30 Kohmi	C 2 — 10 MF
R 8 — 270 Kohmi	C 3 — 100 MF
R 9 — 15 Kohmi	C 4 — 10 MF
R 10 — 1 Kohm	C 5 — 50 MF
R 11 — 1,5 Kohmi	C 6 — 0,05 MF
R 12 — 18 Kohmi	C 7 — 0,05 MF

T 1, T 2, T 3 — tranzistoare de A.F

PREAMPLIFICATOR-CORECTOR CU TREI TRANZISTOARE

În cele ce urmează vom descrie un preamplificator-corector echipat cu trei tranzistoare, destinat amatorilor cu pretenții mai mari. Curba de răspuns a acestui preamplificator acoperă gama 30—1500 Hz, cu o neuniformitate de maximum 2 dB și cu distorsiuni sub 2%. Pe o sarcină de 2000 ohmi, tensiunea alternativă de ieșire este de aproximativ 1 volt, presupunînd că aparatul se alimentează de la o baterie sau acumulator de 9 volți.

La intrarea primului tranzistor poate fi conectat un microfon dinamic sau o doză magnetică, deci dis-

pozitive de impedanță mică. Pentru a putea folosi un microfon piezoelectric, ar trebui folosit un transformator de impedanță electronic, de tipul celui descris anterior (fig. 38). O doză de redare piezoelectrică poate fi însă adaptată direct, cu condiția ca în serie cu borna „caldă" de intrare, să se conecteze o rezistență de 100 Kohmi. Această rezistență va forma împreună cu cele din circuitele tranzistorului un divizor de tensiune care va reduce considerabil tensiunea dozei piezoelectrice, și va face ca aceasta să debiteze pe o impedanță suficient de mare pentru ca curba de răspuns să nu fie afectată apreciabil.

Schema de principiu a acestui preamplificator este reprezentată în figura 43. În cazul utilizării unei doze magnetice moderne, valorile rezistențelor R 1, R 2 și R 3 se vor determina după următoarele relații:

$$R1 = 22 \times R2 \qquad R2 = 100 \times R3 \qquad R3 = L:5$$

unde L este inductanța dozei exprimată în mH. Valorile date în schemă corespund unei doze de 0,5 H.

Pentru a extinde gama de utilizare a acestui aparat, s-a prevăzut o intrare suplimentară, care atacă direct cel de al doilea etaj de preamplificare. Comutarea de la intrarea I la intrarea II se face cu ajutorul comutatorului cu două poziții K. La intrarea II se poate conecta un magnetofon, un radioreceptor (după detecție) etc.

Între ultimele două etaje de amplificare se află un dispozitiv de control al tonalității, care permite reglarea independentă a amplificării sunetelor grave sau acute. Curbele de răspuns ale preamplificatorului pentru pozițiile limită ale potențiometrelor respective sînt ilustrate de diagrama din figura 44. La frecvența de 40 Hz amplificarea maximă — față de 1 000 Hz — este de cca. 7 dB, iar atenuarea maximă de — 9 dB. La frecvența de 10 000 Hz amplificarea maximă este tot de 7 dB și atenuarea de — 6 dB.

Alimentarea preamplificatorului va putea fi efectuată de la o baterie de 9 V, de la un acumulator sau

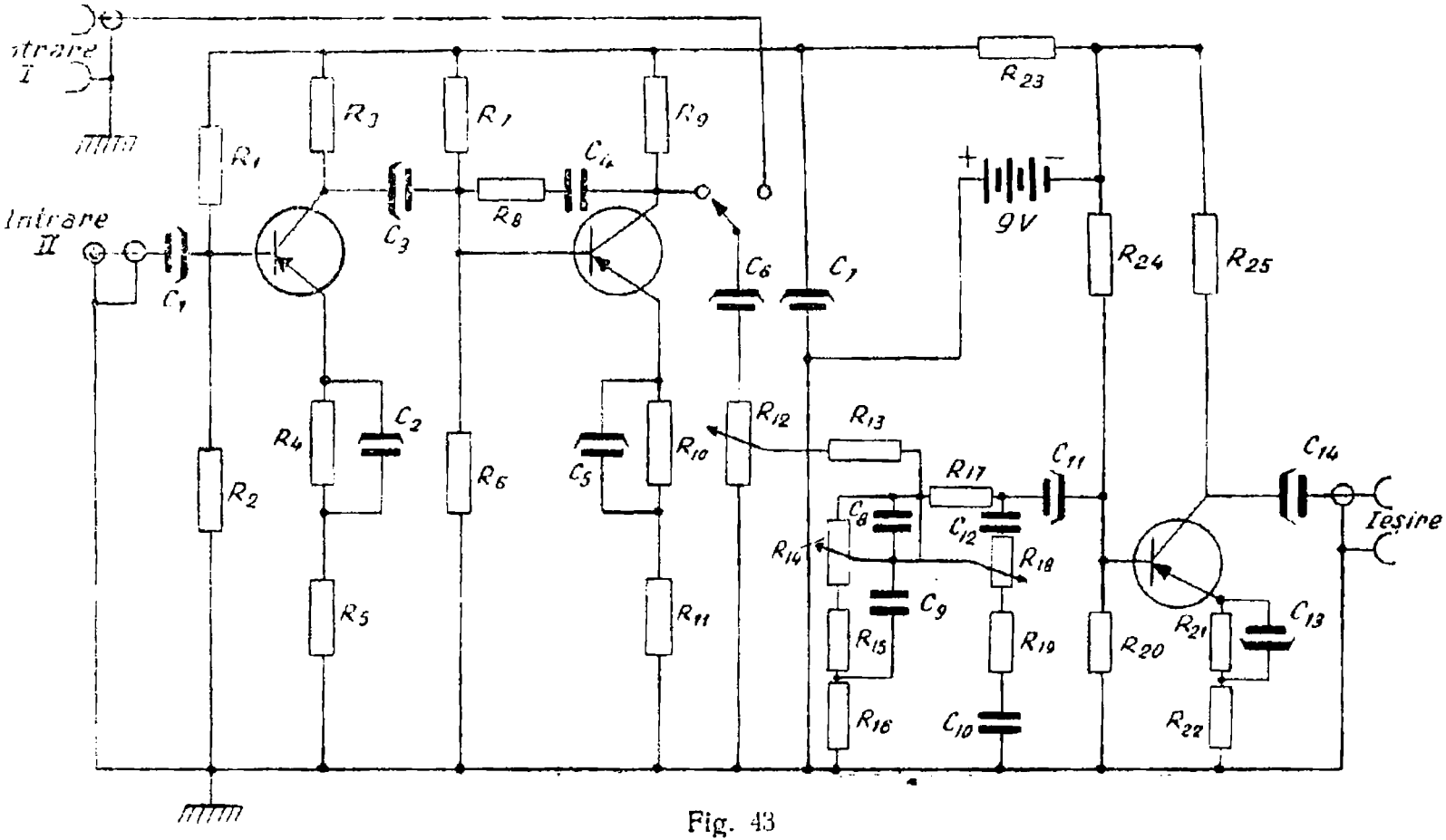

Intrare I
Intrare II
R1
R3
R7
R9
C4
C3
R8
C6
C7
R23
9V
R24
R25
C1
R4
C2
R2
R6
C5
R10
R12
R13
R17
C11
C14
Iesire
C8
C12
R14
R18
C9
R5
R11
R15
R19
R20
R21
C13
R16
C10
R22

Fig. 43

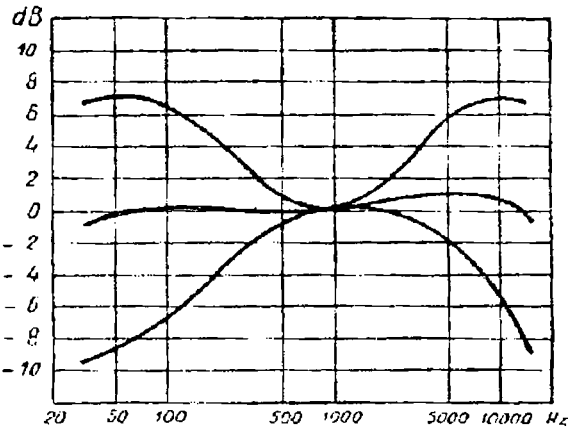


Fig. 44

de la un redresor. Atunci cînd urmează să fie folosit împreună cu un amplificator de putere alimentat din rețea, tensiunea de 9 V se va putea lua chiar de la redresorul amplificatorului.

În schema din figura 45 *a* este arătat modul de conectare al preamplificatorului la un amplificator cu tuburi, iar în schema din figura 45 *b* conectarea la un amplificator cu tranzistoare. În cazul cînd amplificatorul este prevăzut cu tuburi, dar preamplificatorul este alimentat din baterie, se va utiliza metoda de conectare din figura 45 *b*. Rezistența R s se va dimensiona conform relației:

$$Rs = \frac{Ub}{0{,}01}$$

unde Ub este tensiunea de alimentare a amplificatorului (la ieșirea din redresor), în volți.

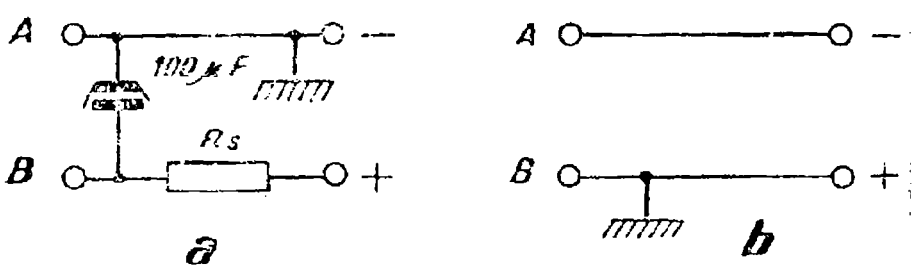


Fig. 45

R 1 — 22 Kohmi
R 2 — 10 Kohmi
R 3 — 100 ohmi
R 4 — 1 Kohm
R 5 — 100 ohmi
R 6 — 10 Kohmi
R 7 — 100 Kohmi
R 8 — 15 Kohmi
R 9 — 6,8 Kohmi
R 10 — 1 Kohm
R 11 — 101 ohmi
R 12 — 50 Kohmi
R 13 — 33 Kohmi
R 14 — 100 Kohmi
R 15 — 10 Kohmi
R 16 — 4,7 Kohmi
R 17 — 22 Kohmi
R 18 — 10 Kohmi
R 19 — 1 Kohm
R 20 — 10 Kohmi
R 21 — 1 Kohm
R 22 — 47 ohmi
R 23 — 1 Kohm
R 24 — 47 Kohmi
R 25 — 2,7 Kohmi
C 1 — 5 MF
C 2 — 200 MF
C 3 — 10 MF
C 4 — 20 nF
C 5 — 200 MF
C 6 — 10 MF
C 7 — 100 MF
C 8 — 10 nF
C 9 — 50 MF
C 10 — 15 nF
C 11 — 10 MF
C 12 — 5 nF
C 13 — 200 MF
C 14 — 10 MF

CONSTRUCȚIA AMPLIFICATOARELOR DE AUDIOFRECVENȚĂ

Amplificatoarele descrise în capitolul de față au o sensibilitate redusă, ce nu depășește 0,5 volți. Aceasta înseamnă că este necesar să se atașeze înaintea lor un preamplificator. Condiția este îndeplinită de oricare din preamplificatoarele din capitolul precedent și ca urmare, se va putea combina, la alegere, oricare preamplificator cu oricare amplificator.

În cazul cînd preamplificatorul este prevăzut cu un sistem de control al tonalității, va fi de preferință cuplat cu un amplificator care nu are un astfel de sistem sau viceversa. O altă alternativă este aceea de a suprima dintr-una din scheme rețeaua respectivă.

Amplificarea semnalelor generate de o doză de redare magnetică de tip vechi sau de o doză piezoelectrică obișnuită, cu cristal, va putea fi efectuată conectînd aceste surse direct la intrarea oricărui amplificator, fără intermediul preamplificatorului. Același procedeu este valabil și în cazul în care sursa de semnal este constituită de un radioreceptor sau un magnetofon. În cazul radioreceptorului, semnalul se va culege de la detecție sau de pe înfășurarea secundară a transformatorului de ieșire (mai puțin recomandabil), iar în cazul magnetofonului de la bornele de ieșire pentru casca de control sau de la mufa standardizată.

Cu ajutorul tubului triodă-pentodă finală tip ECL 82, se poate construi un amplificator cu o putere de ieșire de 3 wați, în măsură să satisfacă, din punct de vedere al volumului sonor, cerințele unei audiții într-o cameră de locuit (de fapt nivelul sonor la care se ascultă de obicei în astfel de cazuri corespunde unei puteri de ordinul 0,5 — 1 watt).

Aparatul prezentat în figura 46 are două intrări: cea marcată „PU" servește la adaptarea unei doze de redare cu cristal, rezistențele R 1, R 2 și condensatorul C 1 fiind elemente de corecție pentru frecvențele înalte, iar cea marcată „Radio" poate fi conectată la ieșirea detectorului unui radioreceptor sau la un magnetofon. În cazul utilizării unui preamplificator, acesta se va lega tot la borna „Radio".

Potențiometrul de volum este prevăzut cu o priză la 300 Kohmi de capătul „rece". În cazul în care amatorul nu-și va putea procura un astfel de potențiometru, va face o priză la un potențiometru obișnuit. Acest grup formează un filtru care introduce o corecție a frecvențelor audio înalte și joase la nivele mici de audiție (conform curbelor de egal nivel de tărie din figura 4).

Reglajul tonului se face printr-o reacție negativă selectivă (dependentă de frecvență). Cînd cursorul potențiometrului R 11 se apropie de anoda pentodei, frecvențele înalte suferă o atenuare datorită efectului de șuntare capacitivă între anod și masă (prin C 10). Cînd cursorul se apropie de celălalt capăt al cursei sale, circuitul se transformă într-un filtru trece-jos, așa încît reacția negativă afectează numai frecvențele joase, care sînt astfel atenuate. În poziția centrală a cursorului, timbrul rămîne nealterat.

O rețea suplimentară de reacție negativă selectivă este conectată între secundarul transformatorului

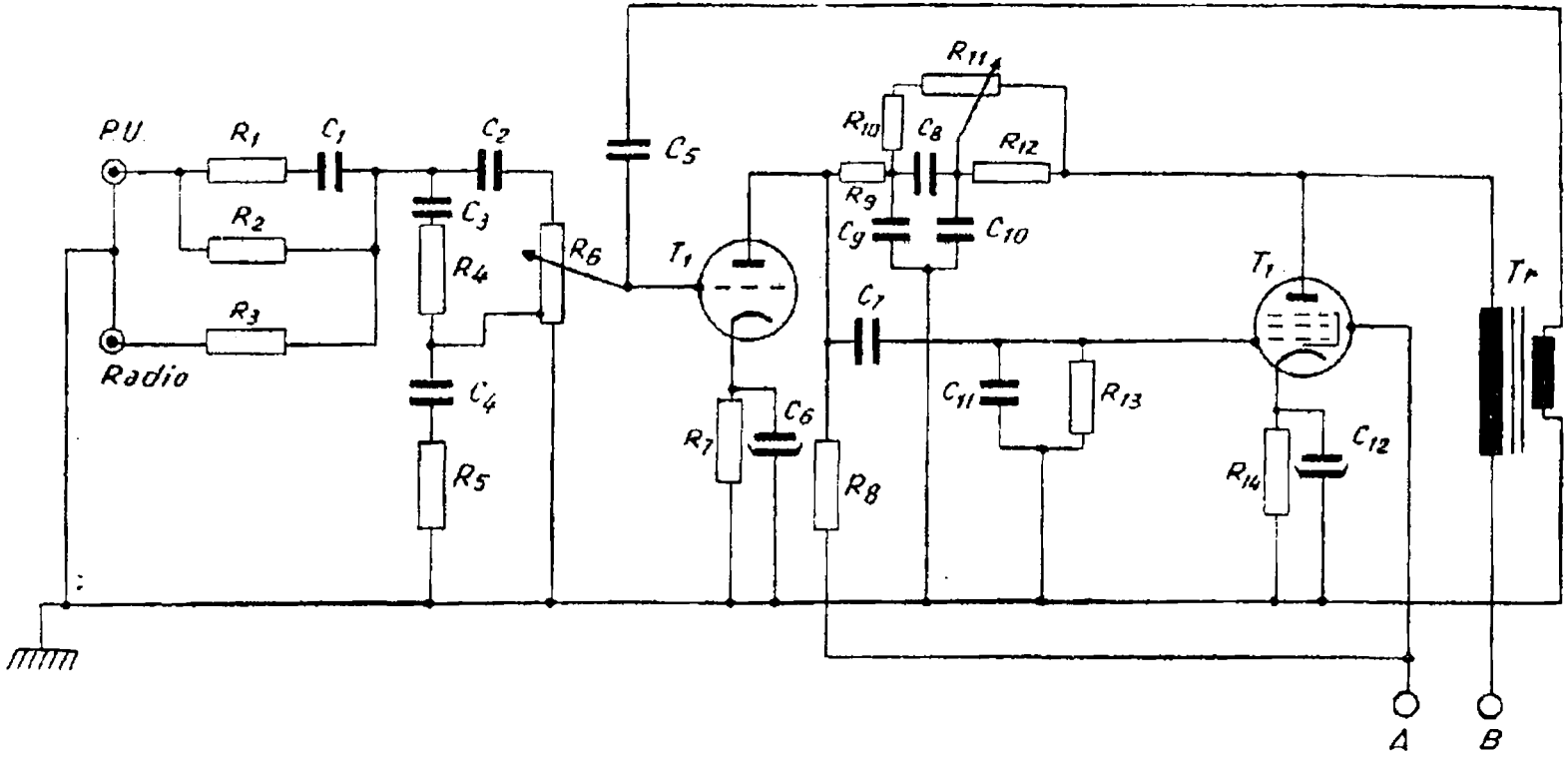

PU
Radio
R1
R2
R3
C1
C2
C3
R4
C4
R5
R6
C5
T1
R7
C6
R8
R9
R10
R11
C8
R12
C9
C10
C7
C11
R13
T1
R14
C12
Tr
A
B

Fig. 46

de ieșire și grila de comandă a triodei, și afectează numai frecvențele audio foarte înalte.

Impedanța de ieșire a pentodei finale este de 4 000 ohmi, deci aceasta va trebui să fie și impedanța primară a transformatorului de ieșire.

LISTA DE MATERIALE

R 1 — 220 Kohmi	C 1 — 220 pF
R 2 — 270 Kohmi	C 2 — 20 nF
R 3 — 100 Kohmi	C 3 — 100 pF
R 4 — 1 Mohm	C 4 — 5 nF
R 5 — 150 Kohmi	C5 — 22 pF
R 6 — 1,3 Mohmi	C 6 . 25 MF/15 V
R 7 — 1,5 Kohmi	C 7 — 20 nF
R 8 — 100 Kohmi	C 8 — 1 nF
R 9 — 30 Kohmi	C 9 2 nF
R 10 — 220 Kohmi	C 10 — 2 nF
R 11 — 1 Mohm	C 11 — 1 nF
R 12 — 68 Kohmi	C 12 - 50 MF/30 V
R 13 — 470 Kohmi	T — ECL 82
R 14 - 300 ohmi	

UN AMPLIFICATOR ECONOMIC DE 4 WAȚI

Circuitul unui amplificator, a cărui schemă este mai puțin „clasică", poate fi văzut în figura 47. Primul tub, tip EF 86, lucrează într-un montaj special, cu tensiunea anodică scăzută și cu tensiunea de ecran luată de la catodul etajului următor. Amplificarea de tensiune a unui astfel de montaj poate atinge o valoare neobișnuit de mare — peste 1 000. Comutatorul K introduce în paralel cu intrarea tubului EF 86 o capacitate de 500 pF, utilă în cazul în care o amplificare prea mare a frecvențelor acute este nedorită. O variație continuă a tonului este asigurată de potențiometrul R 2. Se poate observa că rezistența de grilă a tubului EF 86 are o valoare

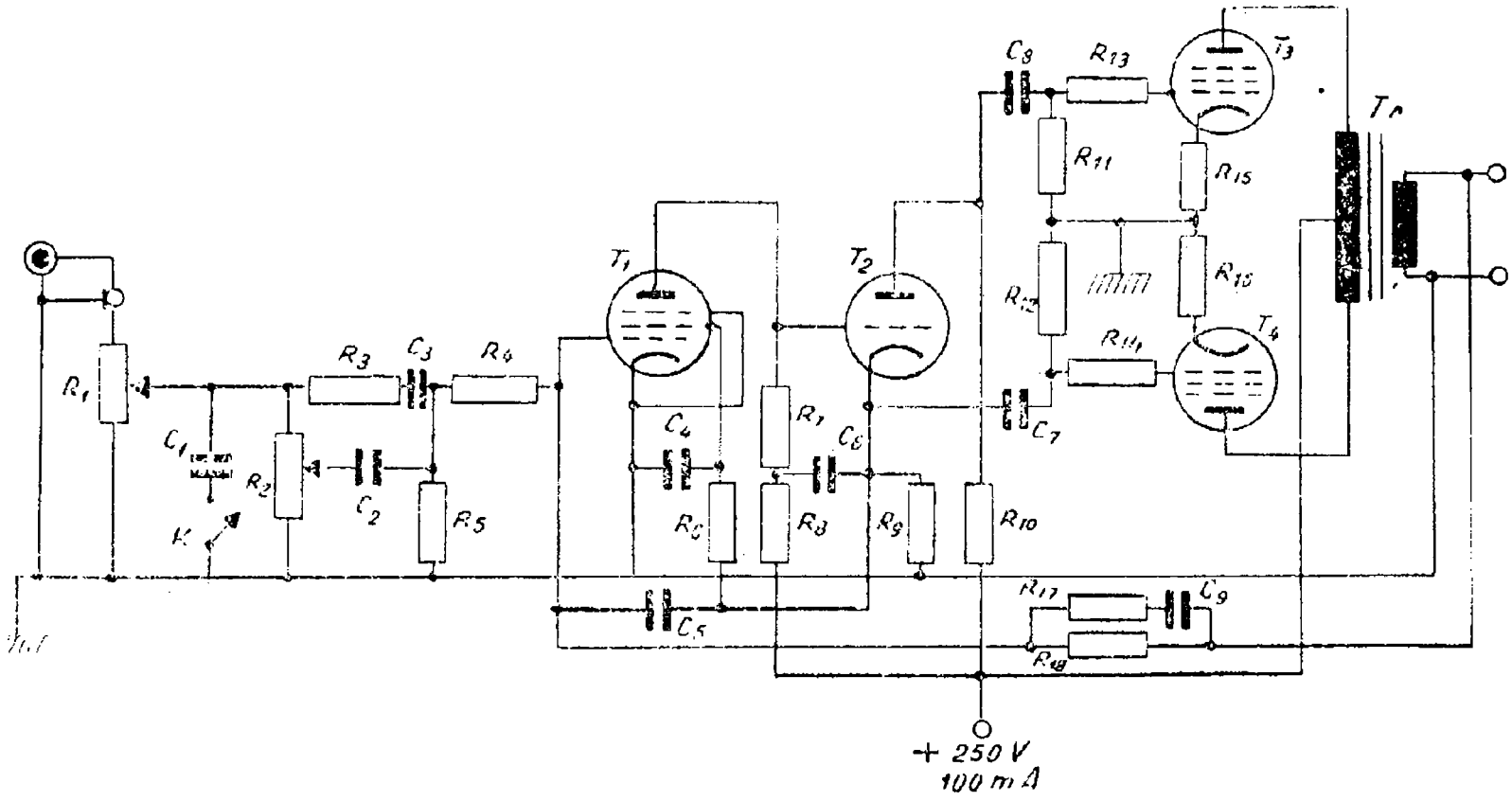

R1
C1
R2
K
R3
C3
R4
C2
R5
T1
T2
C4
R6
R7
C6
R8
R9
R10
C5
C8
R13
T3
R11
R15
R12
R16
R14
T4
C7
Tr
R17
C9
R18
+ 250 V
100 mA

Fig. 47

mare -- 20 Mohmi. La nevoie se vor utiliza două sau trei rezistențe de valoare convenabilă, legate în serie. Rezistențele se vor ecrana.

Datorită alimentării ecranului de la catoda tubului următor, are loc o reacție negativă care stabilizează funcționarea pentodei. Capacitatea parazită a tubului EF86 este neutralizată prin condensatorul C5, care are o capacitate de aproximativ 1 pF. Un astfel de condensator se realizează practic prin răsucirea a două fire izolate de 1—2 cm lungime. Condensatorul C5 va fi ajustat în așa fel încît etajul să nu prezinte tendințe de oscilație.

Partea triodă a tubului EABC80 este montată ca defazoare în vederea atacării celor două tuburi finale tip EL84 care lucrează în contratimp. Semnalul, defazat cu 180°, este culeș de la anodul, respectiv catodul tubului EABC80 și aplicat celor două grile finale prin intermediul unor rezistențe de 47 Kolimi. Acestea din urmă au ca scop stabilizarea etajului final și înlăturarea posibilității ca acesta să intre în oscilație.

O altă rețea de reacție negativă cuprinde întreg amplificatorul — de la secundarul transformatorului de ieșire la grila tubului de intrare. Datorită condensatorului C9, reacția este selectivă, ea fiind mai puternică la frecvențele audio înalte. În acest fel are loc o corecție a sunetelor joase, care extinde curba de frecvență a amplificatorului.

Un astfel de amplificator prezintă distorsiuni neliniare și de frecvență foarte mici. Puterea nominală de 4 wați poate fi obținută aplicînd la intrare un semnal de aproximativ 100 mV. Această sensibilitate este suficientă pentru ca amplificatorul să poată fi atacat direct cu o doză de redare piezoelectrică, sau cu semnalul obținut de la un radioreceptor, după detecție. Pentru alte utilizări se va putea folosi un preamplificator corespunzător.

Redresorul care va alimenta acest amplificator va trebui să debiteze 250 V/100mA pentru alimentarea anodică și 6,3 V/2,2 A pentru încălzirea filamentelor.

Tubul EF86 va fi în mod obligator prevăzut cu blindaj și se vor ecrana toate legăturile care duc la grila acestui tub și la potențiometrul de reglaj al tonului.

LISTA DE MATERIALE

R 1 — 2 Mohmi
R 2 — 2 Mohmi
R 3 — 1 Mohm
R 4 — 220 Kohmi
R 5 — 20 Mohmi
R 6 — 500 Kohmi
R 7 — 1 Mohm
R 8 — 300 Kohmi
R 9 — 10 Kohmi
R10 — 10 Kohmi
R11 — 800 Kohmi
R12 — 800 Kohmi
R13 — 47 Kohmi
R14 — 47 Kohmi
R15 — 400 ohmi
R16 — 400 ohmi
R17 — 1 Mohm
R18 — 20 Mohmi
C 1 — 500 pF
C 2 — 500 pF
C 3 — 40 nF
C 4 — 0,5 MF
C 5 — 1 pF (vezi textul)
C 6 — 0,1 MF
C 7 — 0,1 MF
C 8 — 0,1 MF
C 9 — 330 pF
T 1 — EF86
T 2 — EABC80
T 3 — EL84
T 4 — EL84

UN AMPLIFICATOR DE 6 WAȚI

Schema de principiu din figura 48 înfățișează un amplificator cu circuite convenționale, compus dintr-un amplificator de tensiune, un etaj defazor și un etaj final în contratimp, echipat cu 2 tuburi tip EL84.

Spre deosebire de majoritatea montajelor de acest fel, etajul final lucrează în clasa A, fără curenți de grilă. Rareori utilizat, din cauza randamentului său mai scăzut, etajul în contratimp în clasa A prezintă avantajul net al unor distorsiuni mai reduse.

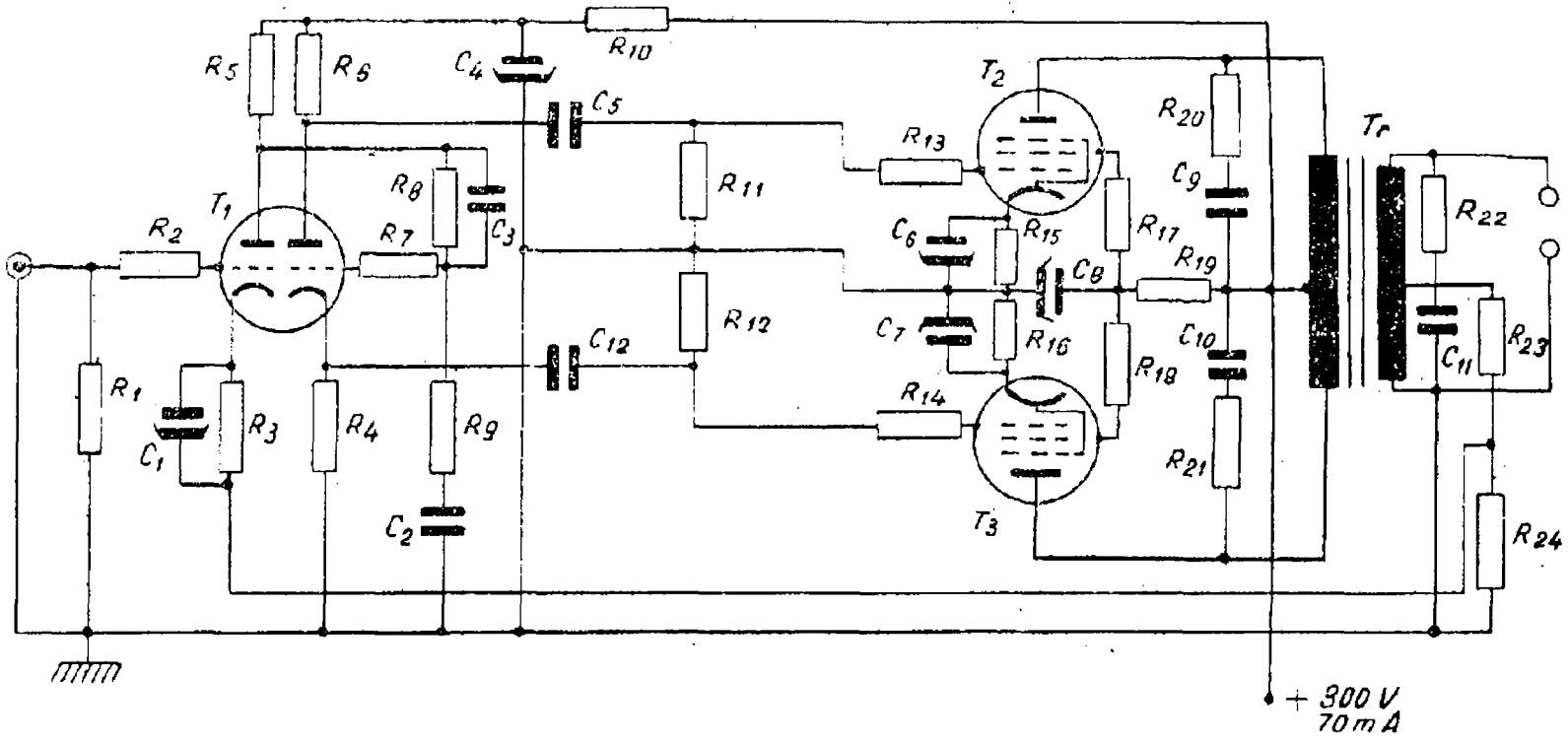

R5
R6
C4
R10
C5
T2
R20
Tr
R13
C9
R22
T1
R8
C3
R11
R2
R7
C6
R15
R17
R19
C8
R12
C7
R16
C10
C12
R18
C11
R23
R1
R3
R4
R9
R14
C1
R21
T3
C2
R24
+ 300 V
70 mA

Fig. 48

Schema prezintă o serie de detalii interesante, care îmbunătățesc performanțele și stabilitatea funcționării. In primul rînd ne referim la rețeaua de reacție negativă care leagă secundarul transformatorului de ieșire la catoda primului tub, asigurînd o reacție de ordinul a 24 dB. În acest fel curba de răspuns a amplificatorului este considerabil îmbunătățită.

Între prima anodă și cea de-a doua grilă a tubului T1 se află un circuit de compensație pentru frecvențele înalte — grupul R8—C3 și R9—C2. Totodată se poate vedea că între acești doi electrozi lipsește condensatorul obișnuit, cuplajul efectuîndu-se direct. În acest fel s-a eliminat reactanța capacitivă care introduce o atenuare a frecvențelor joase. Desigur că grila triodei defazoare este totuși negativată, întrucît rezistența de catod a acesteia este de 100 Kohmi și catodul este cu cîțiva volți mai pozitiv decît grila.

Trei circuite RC sînt conectate la transformatorul de ieșire: două pe primar și unul pe secundar. Negativarea tuburilor finale este asigurată de două rezistențe separate, nedecuplate. Acestea introduc o reacție negativă suplimentară și îmbunătățesc liniaritatea. Rezistențele R13, R14 și R18 au rolul de a preveni oscilațiile parazite.

Caracteristica de frecvență a acestui amplificator este excelentă, ea fiind cuprinsă între 30—20 000 Hz cu o neuniformitate mai mică de 2 dB. Distorsiunile neliniare sînt foarte mici. Puterea nominală de 6 wați poate fi obținută aplicînd la intrare un semnal de 1 V. Pentru majoritatea utilizărilor practice, acest amplificator se va întrebuința împreună cu unul din preamplificatoarele descrise mai înainte, cea mai recomandabilă schemă fiind cea prezentată în figura 36.

Alimentarea anodică a acestui amplificator va fi asigurată de un redresor capabil să debiteze 300 V/100 mA. Pentru încălzirea filamentelor este necesară o tensiune de 6,3 V/2A.

R 1 — 270 Kohmi
R 2 — 1 Kohm
R 3 — 4,7 Kohmi
R 4 — 100 Kohmi
R 5 — 680 Kohmi
R 6 — 100 Kohmi
R 7 — 1 Kohm
R 8 — 680 Kohmi
R 9 — 30 Kohmi
R10 — 15 Kohmi
R11 — 680 Kohmi
R12 — 680 Kohmi
R13 — 1 Kohm
R14 — 1 Kohm
R15 — 220 ohmi
R16 — 220 ohmi
R17 — 100 ohmi
R18 — 100 ohmi
R19 — 15 Kohmi/1 W
R20 — 3 Kohmi
R21 — 2 Kohmi
R22 — 15 ohmi
R23 — 180 ohmi
R24 — 100 ohmi
C 1 — 25 MF/15 V
C 2 — 30 pF
C 3 — 5 pF
C 4 — 16 MF/450 V
C 5 — 0,1 MF
C 6 — 50 MF/25 V
C 7 — 50 MF/25 V
C 8 — 16 MF/450 V
C 9 — 1 nF
C10 — 1 nF
C11 — 0,1 MF
C12 — 0,1 MF
T 1 — ECC81
T 2 — EL84
T 3 — EL84

UN AMPLIFICATOR SIMPLU DE 8 WAȚI

Tubul triodă-pentodă finală tip ECL82, de uz curent, permite realizarea unui amplificator extrem de simplu, capabil să debiteze o putere utilă de 8 wați. Această putere este mai mult decît suficientă pentru toate utilizările casnice — de fapt ea nici nu va fi utilizată practic, așa încît un astfel de amplificator va dispune de o rezervă de putere care va asigura, la nivele mai mici, o calitate foarte bună a redării sunetelor.

Schema de principiu din figura 49 ilustrează un amplificator echipat cu două triode, dintre care una amplificatoare de tensiune și una defazoare și două pentode finale montate în contratimp.

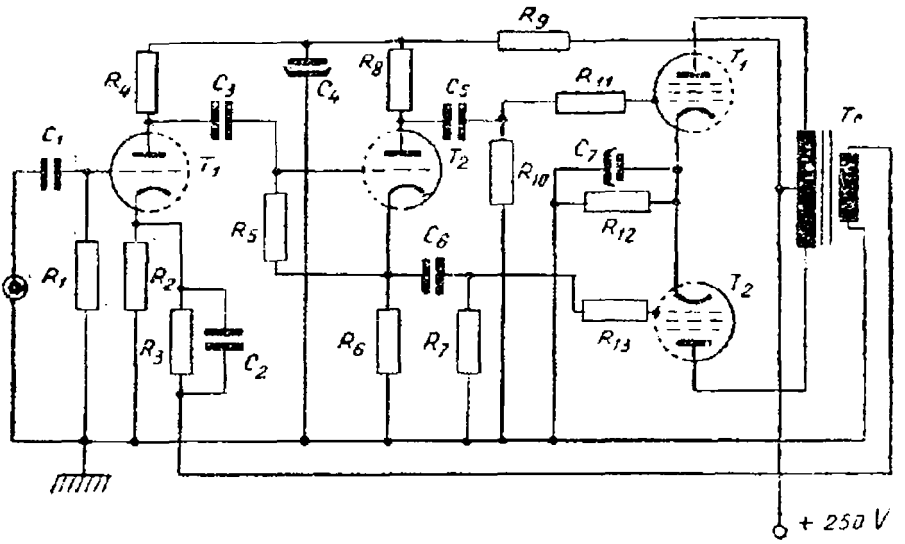


Fig. 49

Puterea de ieșire este de aproximativ 8 wați, pentru un semnal de cca. 700 mV aplicat la intrare. Factorul de distorsiuni de nelinearitate este de 2%, la puterea nominală și de 1% la puterea de 5 wați. Caracteristica de frecvență depinde de impedanța sursei de semnal aplicate la intrare. Pentru o impedanță de 1 Kohm, curba de răspuns este cuprinsă între 20—20 000 Hz, iar pentru o impedanță de intrare de 100 Kohmi între 20—10 000 Hz, cu o neuniformitate mai mică de 3 dB. Impedanța primară a transformatorului de ieșire va trebui să fie de 9000 ohmi (de la placă la placă).

O linie de reacție negativă selectivă unește secundarul transformatorului de ieșire cu catoda primei triode și asigură o corecție corespunzătoare a frecvențelor joase și înalte.

Catodele tuburilor finale sînt reunite și negativarea se face printr-o rezistență comună, decuplată prin C7. Restul montajului nu prezintă nici o caracteristică specială. De remarcat numărul mic de piese ale acestui amplificator și deci costul său redus. El poate fi adaptat direct la ieșirea detectorului unui radioreceptor sau la alte surse de semnal prin in-

termediul unui preamplificator, cum ar fi de exemplu cel reprezentat în schema din figura 29.

Amatorul care va realiza construcția acestui amplificator se va preocupa în mod deosebit de ecranarea primului etaj de amplificare (T1), care prezintă în cazul tubului ECL82 o sensibilitate relativ mare la zgomote de rețea (brum). Conexiunile din circuitul de grilă vor fi executate din sîrmă de conexiune prevăzută cu tresă metalică și vor fi menținute la lungimea strict necesară. Se va evita introducerea de capacități parazite la intrarea tubului, prin efectuarea unui cablaj necorespunzător, întrucît aceasta va influența în mod defavorabil curba de răspuns la frecvențe înalte.

Necesitățile de alimentare ale acestui amplificator sînt: 250 V/80 mA pentru tensiunile anodice și 6,3 V/1,6 A pentru încălzirea filamentelor.

LISTA DE MATERIALE

R 1 — 20 Mohmi	R12 — 330 ohmi
R 2 — 10 ohmi	R13 — 1 Kohm
R 3 — 150 ohmi	C 1 — 20 nF
R 4 — 220 Kohmi	C 2 — 1,6 nF
R 5 — 20 Mohmi	C 3 — 10 nF
R 6 — 100 Kohmi	C 4 — 8 MF/150 V
R 7 — 680 Kohmi	C 5 — 47 nF
R 8 — 100 Kohmi	C 6 — 47 nF
R 9 — 22 Kohmi	C 7 — 100 MF/25 V
R10 — 680 Kohmi	T 1 — ECL82
R11 — 1 Kohm	T 2 — ECL82

UN AMPLIFICATOR ECONOMIC DE 10 WAȚI

Amplificatorul prezentat în schema din figura 50 prezintă avantajul unui număr mai redus de piese. Puterea utilă este de 10 W, pentru un coeficient de

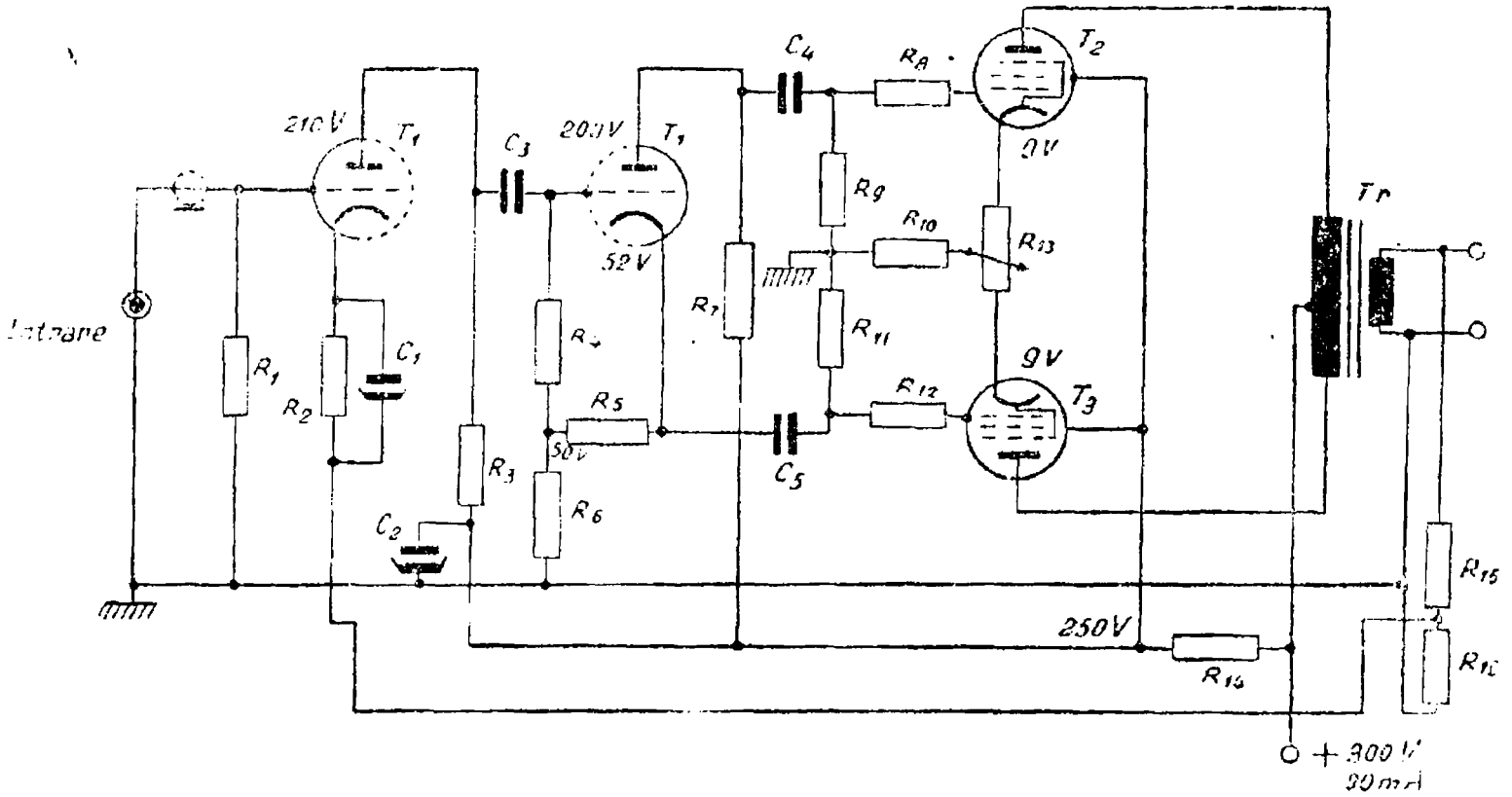

Intrare
210 V
T_1
C_3
200 V
T_1
52 V
C_4
R_8
T_2
0 V
R_9
R_{10}
R_{13}
Tr
R_1
R_2
C_1
R_4
R_5
50 V
R_7
R_{11}
9 V
R_{12}
T_3
R_3
R_6
C_5
C_2
R_{15}
250 V
R_{14}
R_{16}
+ 300 V
30 mA

Fig. 50

distorsiuni de 3%. Impedanța primară a transformatorului de ieșire va fi de 8 000 ohmi.

Prima jumătate a tubului ECC82 este utilizată ca amplificatoare de tensiune, iar a doua jumătate ca defazoare. Tensiunea de reacție negativă se culege de la secundarul transformatorului de ieșire, printr-un divizor R15, R16, și se aplică catodului primei triode.

O parte a rezistenței de negativare a tuburilor finale este comună ambelor tuburi, iar o parte este formată de un potențiometru care are rolul de a echilibra cele două etaje de putere, asigurînd o funcționare simetrică. Acesta constituie un avantaj în cazul în care cele două tuburi nu sînt egale sau cînd dintr-un motiv oarecare a fost înlocuit numai unul din ele.

Sensibilitatea acestui amplificator este de aproximativ 1 volt pentru o putere de ieșire de 10 wați. Ca atare el va fi folosit împreună cu unul din preamplificatorii descriși mai înainte.

Principalele tensiuni continue, măsurate cu un instrument universal avînd 20 Kohmi/volt, sînt indicate pe schemă.

Amplificatorul se alimentează cu 300 V/120 mA tensiune anodică și 6,3 V/1,8 A pentru încălzirea filamentelor.

LISTA DE MATERIALE

R 1 — 0,5 Mohmi	R 9 — 680 Kohmi	C 1 — 50 MF/15 V
R 2 — 1 Kohm	R10 — 125 ohmi	C 2 — 32 MF/450 V
R 3 — 47 Kohmi	R11 — 680 Kohmi	C 3 — 50 nF
R 4 — 1 Mohm	R12 — 1 Kohm	C 4 — 0,1 MF
R 5 — 330 ohmi	R13 — 50 ohmi	C 5 — 0,1 MF
R 6 — 10 Kohmi	R14 — 1 Kohm	T 1 — ECC82
R 7 — 10 Kohmi	R15 — 10 Kohmi	T 2 — EL84
R 8 — 1 Kohm	R16 — 330 ohmi	T 3 — EL84

UN AMPLIFICATOR DE ÎNALTĂ FIDELITATE DE 10 WAȚI

Împreună cu preamplificatorul din figura 31 sau cu cel din figura 41, amplificatorul acesta poate satisface pretențiile cele mai avansate în privința calității reproducerii și exploatării.

Schema electrică de principiu (fig. 51) ne arată că aparatul este compus din două etaje amplificatoare de tensiune, un etaj defazor și un etaj final în contratimp, lucrînd în clasa AB_1. Pe lîngă acestea, e prevăzut un sistem de reglaj independent al amplificării frecvențelor înalte și joase.

Tubul EF86 e utilizat ca amplificator de tensiune, calitățile antimicrofonice și antibrum ale acestuia fiind cunoscute. Placa acestui tub este cuplată direct cu grila de comandă a primei triode, eliminîndu-se astfel defazarea și atenuarea la frecvențe joase introduse în mod obișnuit de condensatorul de cuplaj. De remarcat valoarea diferită a rezistențelor de sarcină anodice ale celor două triode, pentru a compensa factorul mai mic de amplificare al triodei de jos.

În circuitele de grilă de comandă și grilă ecran a celor două tuburi finale se utilizează rezistențe de prevenire a oscilațiilor parazite. O rețea de reacție negativă leagă secundarul transformatorului de ieșire cu catoda primului tub, prin intermediul unor elemente de corecție care linearizează curba de răspuns a amplificatorului. Două alte circuite de corecție se află unul între anoda tubului EF86 și + IT, iar celălalt între placa și grila de comandă a triodei inferioare din tubul ECC83.

Fiecare etaj al amplificatorului este prevăzut cu un filtraj suplimentar pe înalta tensiune, ceea ce asigură o stabilitate foarte mare și o lipsă totală de zgomot de rețea.

La intrarea acestui amplificator se află dispus un circuit format din R1, R2, R3, R4, R5, și C1, C2, C3, C4, care asigură prin elementele sale variabile atît reglajul de volum, cît și reglajul independent al frec-

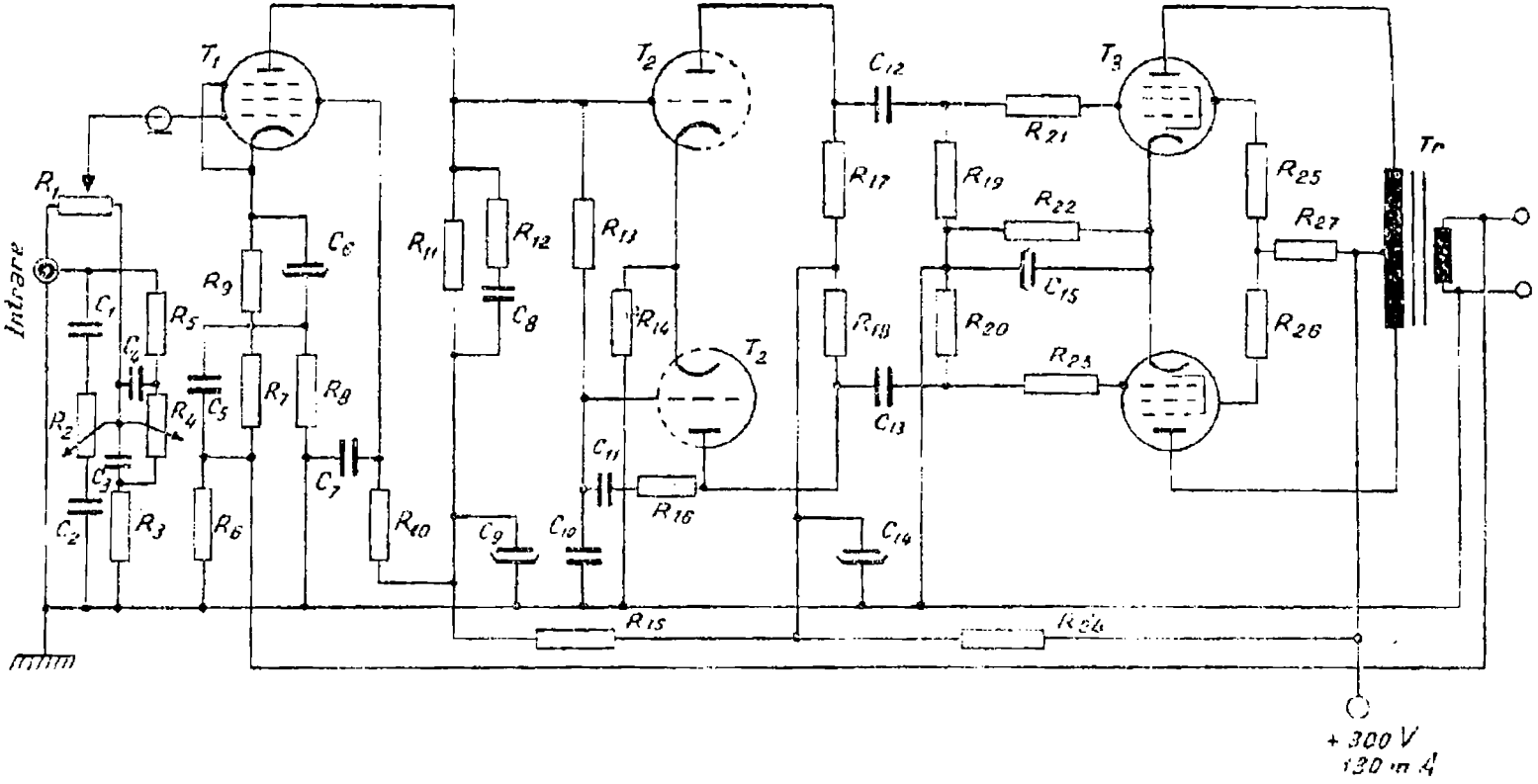

Intrare
T1
T2
T2
T3
Tr
R1
R2
R3
R4
R5
R6
R7
R8
R9
R10
R11
R12
R13
R14
R15
R16
R17
R18
R19
R20
R21
R22
R23
R24
R25
R26
R27
C1
C2
C3
C4
C5
C6
C7
C8
C9
C10
C11
C12
C13
C14
C15
+ 300 V
130 m A

Fig. 51

venţelor acute şi grave. În cazul în care preamplificatorul dispune de aceste reglaje, întregul circuit poate fi omis, intrarea urmînd să se facă direct pe grila de comandă a tubului EF86, care va fi legată la masă printr-o rezistenţă de 1 Megohm. Transformatorul de ieşire are o impedanţă primară de 8000 ohmi şi o impedanţă secundară de 2 ohmi, la care se vor putea adapta două difuzoare de 5 waţi/4 ohmi conectate în paralel. Datele acestui transformator vor fi date ulterior.

Redresorul care alimentează acest amplificator va avea o celulă de filtraj compusă dintr-un drosel de 8 Henry, încadrat de două condensatoare electrolitice de 50 MF fiecare. El va trebui să debiteze, în sarcină, 250 V/130 mA şi 6,3 V/2 A.

LISTA DE MATERIALE

R 1 — 1 Mohm	R17 — 100 Kohmi	C 5 — 1,5 nF
R 2 — 2 Mohmi	R18 — 120 Kohmi	C 6 — 100 MF/15 V
R 3 — 150 Kohmi	R19 — 330 Kohmi	C 7 — 47 nf
R 4 — 2 Mohmi	R20 — 330 Kohmi	C 8 — 180 pF
R 5 — 1,5 Mohmi	R21 — 1 Kohm	C 9 — 50 MF/450 V
R 6 — 1 Kohm	R22 — 135 ohmi	C10 — 0,1 MF
R 7 — 2,2 Kohmi	R23 — 1 Kohm	C11 — 47 nF
R 8 — 10 ohmi	R24 — 30 Kohmi	C12 — 0,1 MF
R 9 — 2,2 Kohmi	R25 — 200 ohmi	C13 — 0,1 MF
R10 — 1 Mohm	R26 — 200 ohmi	C14 — 50 MF/450 V
R11 — 180 Kohmi	R27 — 4 Kohmi	C15 — 100 MF/25 V
R12 — 18 Kohmi	C 1 — 33 pF	T 1 — EF86
R13 — 1 Mohm	C 2 — 680 pF	T 2 — ECC83
R14 — 68 Kohmi	C 3 — 3 nF	T 3 — EL84
R15 — 47 Kohmi	C 4 — 270 pF	T 4 — EL84
R16 — 470 Kohmi		

UN AMPLIFICATOR STEREOFONIC CU DOUĂ TUBURI

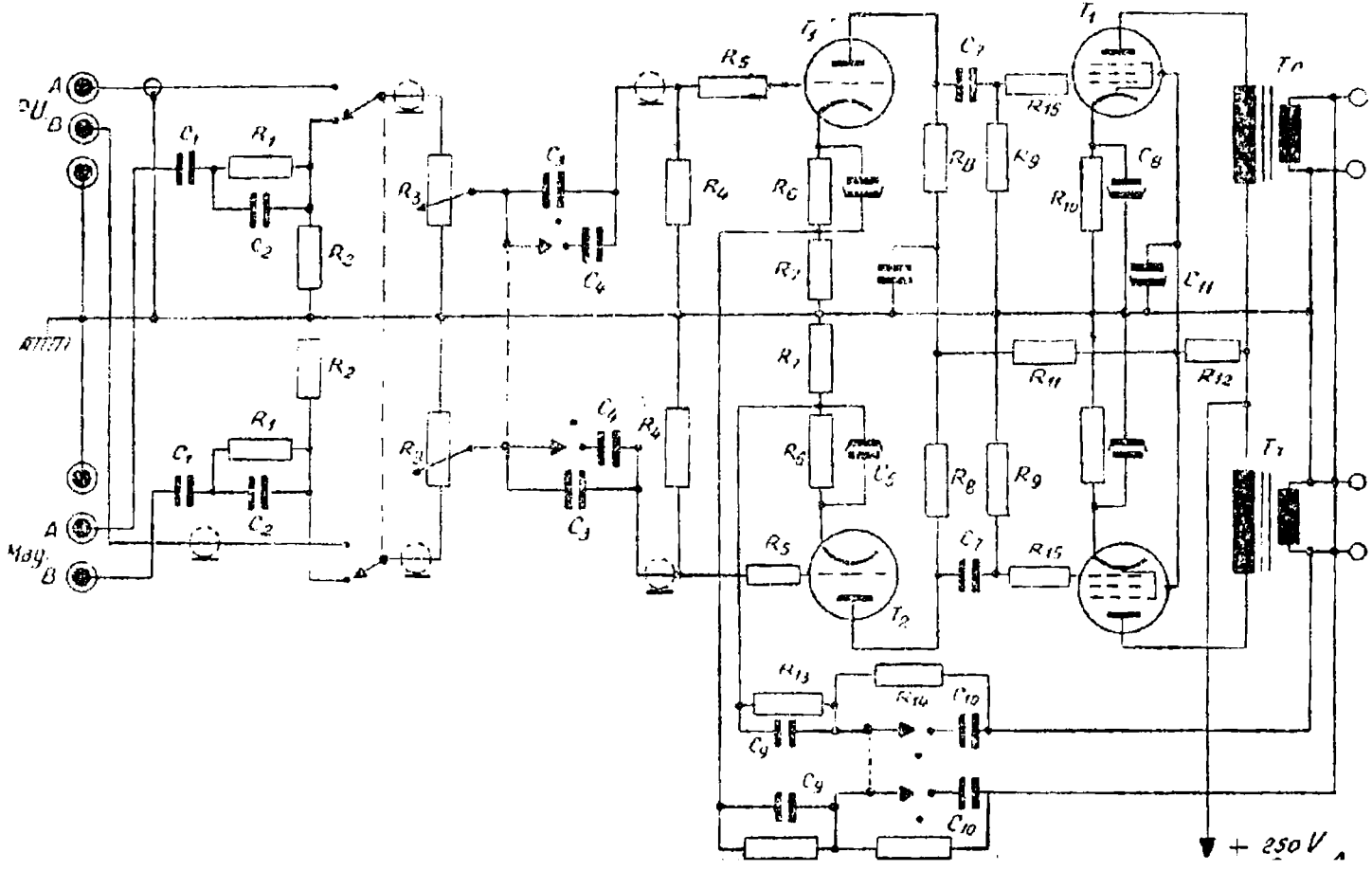
Precum am arătat într-un capitol anterior, reproducerea stereofonică este condiţionată de existenţa a două canale independente de amplificare, fiecare

terminîndu-se cu un difuzor sau un grup de difuzoare, amplasate după anumite reguli.

Montajul ilustrat în figura 52 reprezintă cea mai simplă versiune posibilă a unui amplificator stereofonic, întrucît nu necesită decît două tuburi. Desigur că simplitatea schemei nu a fost împinsă peste limita cerințelor strict necesare unei reproduceri de înaltă fidelitate, din care cauză amatorul poate observa existența unui număr de circuite de corecție și de linearizare a curbei de frecvență, precum și a unei rețele complexe de reacție negativă. În legătură cu acestea, este bine de știut că o reproducere stereofonică, fără caracteristici de înaltă fidelitate, nu este de conceput și nici nu și-ar avea rostul.

Amplificatorul stereofonic de care ne ocupăm se compune de fapt din două amplificatoare absolut identice, echipate, fiecare, cu cîte un tub tip ECL82, care, precum se știe, cuprinde o triodă amplificatoare de tensiune și o pentodă finală de putere. La intrarea lui poate fi adaptat un magnetofon stereofonic sau o doză stereofonică de redare a discurilor. Intrările sînt independente și trecerea de la o sursă de program la cealaltă se face prin intermediul unui comutator avînd 2×2 poziții. În loc de comutator — mai elegant — se poate utiliza o claviatură. Intrucît amplificatorul mai cuprinde și un reglaj de ton fix, care va fi examinat mai jos, se recomandă folosirea unei claviaturi cu 4 clape (tip „registru de ton" folosit în receptorul „Modern" produs de uzinele Electronica) care vor servi deci la următoarele operații: a - intrare pentru magnetofon, b - intrare pentru P. U., c — ton deschis, d — ton închis. În cazul în care se va utiliza claviatura mai sus menționată, ultimele două operații vor fi efectuate de o singură clapă (clapa „Bas") întrucît ea lucrează independent de celelalte. În această situație cea de a patra clapă va rămîne neutilizată.

Întrucît tensiunea de ieșire a unui magnetofon este mai mare decît cea dată de o doză piezoelectrică


A
B
A
B
C_1
R_1
C_2
R_2
R_3
C_3
C_4
R_4
R_5
T_2
R_6
R_7
C_5
R_8
R_9
C_7
R_{15}
T_1
T_0
R_{10}
C_8
C_{11}
R_{11}
R_{12}
T_3
R_{13}
R_{14}
C_{10}
C_9
+ 250 V

stereo, s-a prevăzut un atenuator care nivelează amplitudinile semnalelor celor două surse.

Fiecare amplificator este prevăzut cu cîte un potențiometru de volum. În mod normal, aceste potențiometre ar trebui să lucreze simultan, și să fie montate pe un ax comun. Întrucît astfel de potențiometre — cu caracteristici electrice absolut identice — nu vor putea fi probabil procurate de amator, urmează ca acesta să folosească elemente separate, reglajul audiției urmînd să fie efectuat după ureche. Desigur că acesta constituie un oarecare inconvenient în exploatare, întrucît la fiecare modificare a volumului audiției va trebui acționat asupra ambelor potențiometre.

În circuitul de grilă al fiecărei triode se află comutatorul care introduce, alternativ, fie un condensator de cuplaj de 10 nF, fie unul de 1 nF. Cu această din urmă capacitate în circuit, frecvențele joase sînt atenuate, datorită reactanței mărite a condensatorului.

O rețea selectivă de reacție negativă unește secundarul fiecărui transformator de ieșire cu catoda triodei respective. Gradul de reacție, la frecvențe înalte, se modifică prin introducerea sau scoaterea din rețea a unui condensator de 22 nF. În acest fel are loc o atenuare, după dorință, a frecvențelor înalte. Totuși — pentru obținerea unui efect stereofonic maxim — va trebui să lucrăm cu sunetele acute neatenuate.

Puterea nominală este de 2,5 wați pentru fiecare canal. Aplicînd un semnal monofonic la grilele ambelor triode concomitent (canalele în paralel), puterea de ieșire se dublează.

Folosind transformatoarele de ieșire, care se vor indica ulterior, caracteristica de frecvență a acestui amplificator este lineară de la 60 – 15 000 Hz, cu o neuniformitate de cel mult $\pm$ 3 dB.

Redresorul va avea următoarele date: 250 V/80 mA pentru alimentarea anodică și 6,3 V/1,6 A pentru încălzirea filamentelor.

LISTA DE MATERIALE

R 1 — 330 Kohmi
R 2 — 120 Kohmi
R 3 — 2×1 Mohm (vezi textul)
R 4 — 680 Kohmi
R 5 — 50 Kohmi
R 6 — 2,2 Kohmi
R 7 — 150 ohmi
R 8 — 220 Kohmi
R 9 — 1,5 Mohmi
R10 — 390 ohmi
R11 — 22 Kohmi
R12 — 2,2 Kohmi
R13 — 5,6 Kohmi
R14 — 2,2 Kohmi
R15 — 10 Kohmi

C 1 — 3,3 nF
C 2 — 150 pF
C 3 — 1 nF
C 4 — 10 nF
C 5 — 10 MF/15 V
C 6 — 8 MF/450 V
C 7 — 10 nF
C 8 — 50 MF/25 V
C 9 — 0,5 MF
C10 — 22 nF
C11 — 8 MF/450 V
T 1 — ECL82
T 2 — ECL82
I_1 — 2×2 poziții
I_2 — 2×2 poziții
I_3 — 2×2 poziții

UN AMPLIFICATOR AUXILIAR PENTRU REPRODUCERE STEREOFONICA

O instalație obișnuită de amplificare, pentru reproducerea discurilor, poate fi transformată, fără cheltuieli mari, într-o instalație destinată reproducerii discurilor sau benzilor stereofonice.

Simpla adăugare a unui amplificator suplimentar, pentru cel de al doilea canal, ar rezolva, ce-i drept, problema, dar prezintă inconvenientul unei manipulări greoaie, prin faptul că nivelul de audiție ar trebui reglat din două potențiometre situate pe aparate diferite. Montajul prezentat în figura 53 evită acest neajuns și dă rezultate foarte bune — în special atunci cînd amatorul își poate procura sau confecționa două potențiometre identice, montate pe un ax comun.

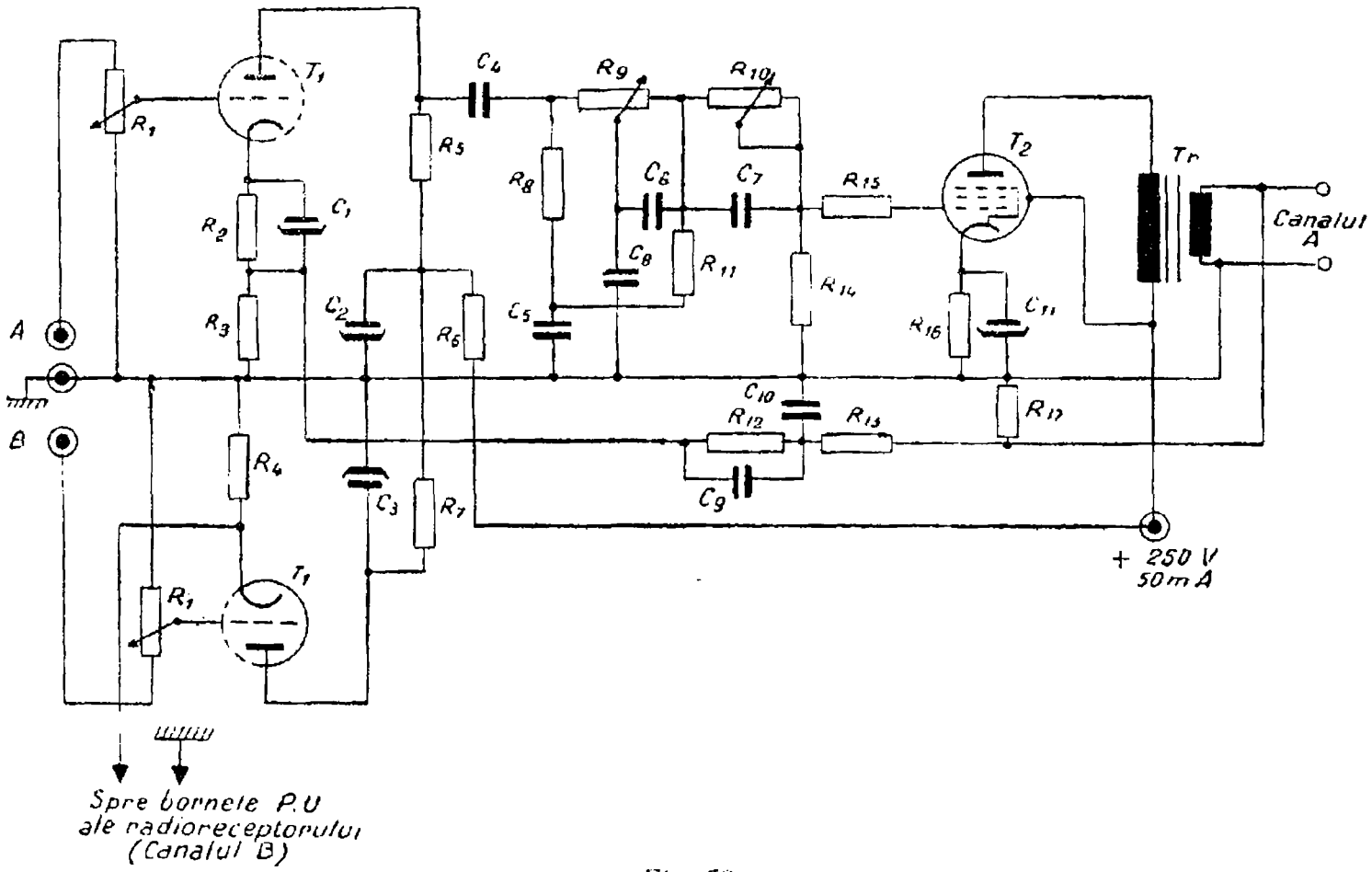

A
B
T1
R1
R2
C1
R3
C2
R4
C3
R5
R6
R7
C4
R8
R9
R10
C5
C6
C7
C8
R11
R12
C9
C10
R13
R14
R15
T2
R16
C11
R17
Tr
Canalul A
+ 250 V
50 mA
Spre bornele P.U
ale radioreceptorului
(Canalul B)

Fig. 53

Urmărind schema, vedem că volumul se reglează prin potențiometrul R1. Semnalele canalului A sînt preamplificate de una din triodele tubului ECC83 și amplificate din nou de tubul EL84 care debitează pe difuzor. Semnalele canalului B sînt aplicate celei de a doua triode a tubului ECC83, care lucrează ca transformator de impedanță (repetor catodic) și sînt apoi aplicate la bornele P U ale radioreceptorului sau amplificatorului existent. În acest fel se poate obține o redare stereofonică foarte convenabilă. Potențiometrul de volum al receptorului se va lăsa într-o poziție fixă — poziție care se va determina în prealabil prin interconectarea ambelor canale (punctele A și B se vor scurtcircuita).

Curba de răspuns a amplificatorului auxiliar corespunde cu aproximație celei pe care o are un radioreceptor modern și s-a prevăzut posibilitatea unei variații continue a timbrului, separat pentru frecvențele joase și înalte (R9 și R10).

Datorită filtrajului riguros, raportul semnal/zgomot obținut cu acest amplificator este foarte bun. În mod practic, urechea nu trebuie să perceapă absolut nici un zgomot de fond. O condiție necesară pentru obținerea acestui rezultat este ca cele două transformatoare — de rețea și de ieșire — să fie așezate la 90° unul față de celălalt. Redresorul va fi prevăzut cu o celulă de filtraj compusă dintr-o rezistență de 1 Kohm încadrată de două condensatoare electrolitice de cîte 50 MF.

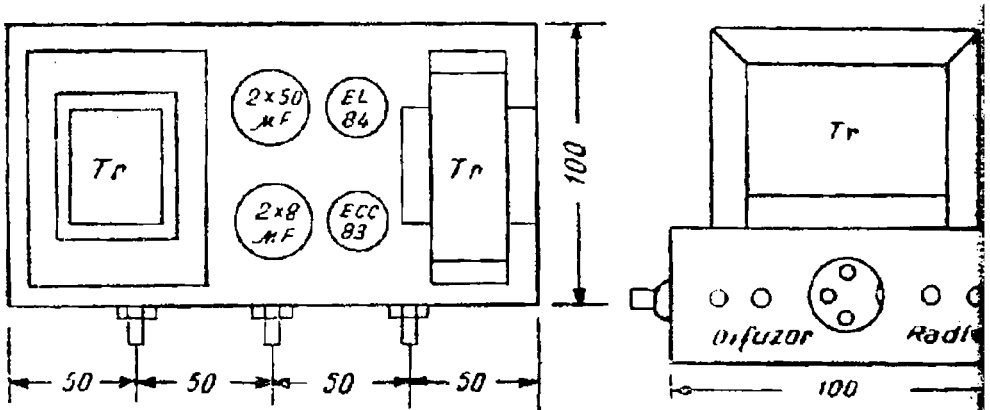


Fig. 54

In figura 54 *a* se poate vedea desenul șasiului, cu cotele exterioare și așezarea pieselor principale. O vedere laterală a aceluiași șasiu este reprezentată în figura 54 *b*.

LISTA DE MATERIALE

R 1	2×0,5 Mohmi	R16	150 ohmi
R 2	1 Kohm	R17	1 Kohm
R 3	50 ohmi	C 1	100 MF/15 V
R 4	1 Kohm	C 2	8 MF/450 V
R 5	100 Kohmi	C 3	8 MF/450 V
R 6	10 Kohmi	C 4	50 nF
R 7	100 Kohmi	C 5	10 nF
R 8	100 Kohmi	C 6	160 pF
R 9	500 Kohmi	C 7	300 pF
R10	2 Mohmi	C 8	50 pF
R11	1 Mohm	C 9	0,2 MF
R12	5 Kohmi	C10	20 nF
R13	2 Kohmi	C11	100 MF/25 V
R14	800 Kohmi	T 1	ECC83
R15	1 Kohm	T 2	EL84

UN AMPLIFICATOR DE 14 WAȚI

Bazat pe o schemă clasică, amplificatorul reprezentat în schema de principiu din figura 55 oferă amatorului o funcționare stabilă și robustă, puterea nominală de ieșire fiind suficientă pentru mici sonorizări interioare sau utilizări casnice.

Tubul T1 este o pentodă de pantă fixă, de tipul 6JK8 (6SJ7) care asigură o amplificare de tensiune de aproximativ 100. Negativarea acestui tub are loc datorită căderii de tensiune produse la capetele rezistenței R2, decuplate prin condensatorul electrolitic C1.

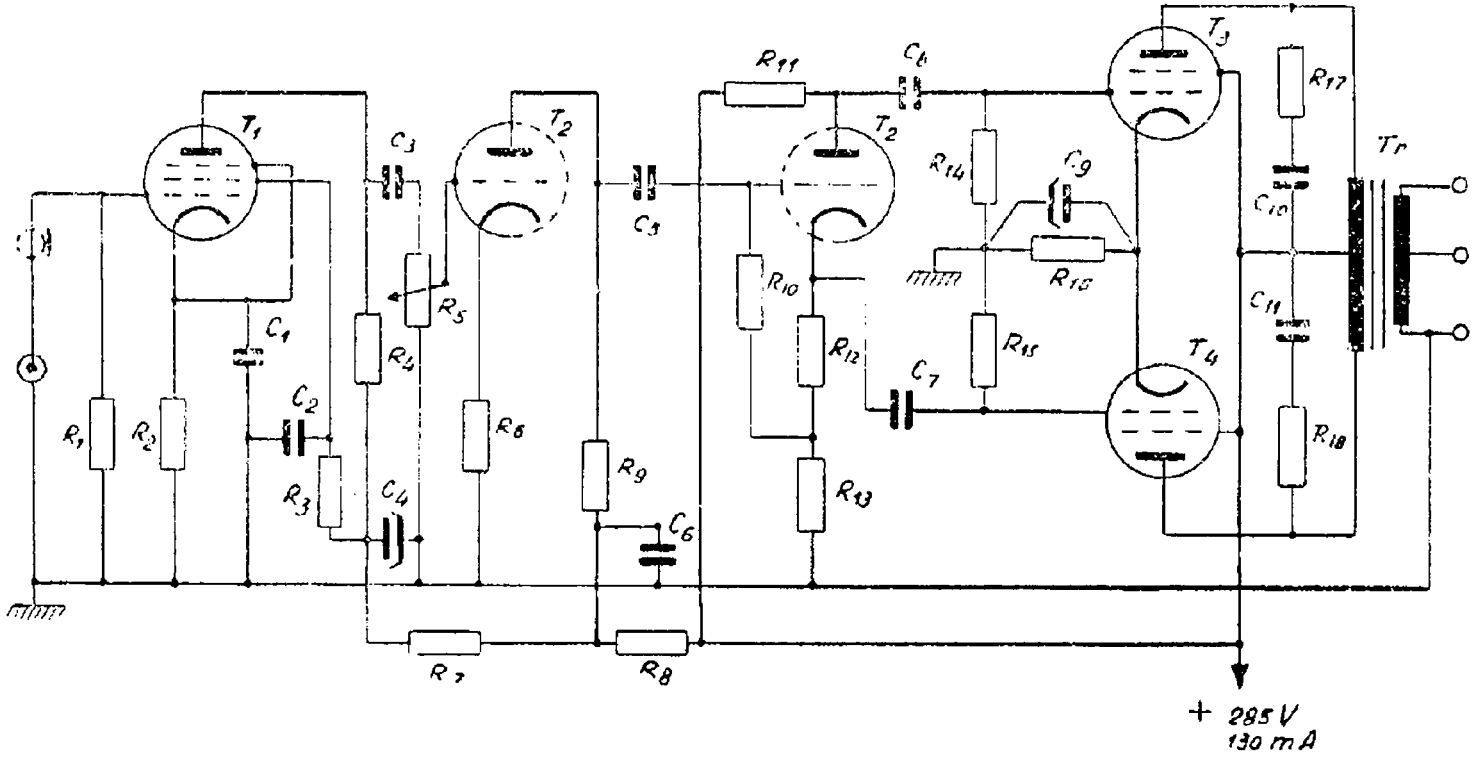

T1
T2
T2
T3
T4
Tr
R1
R2
R3
R4
R5
R6
R7
R8
R9
R10
R11
R12
R13
R14
R15
R16
R17
R18
C1
C2
C3
C4
C5
C6
C7
C8
C9
C10
C11
+ 285 V
130 mA

Fig. 55

Semnalele amplificate de primul tub sînt aplicate, prin intermediul unui potențiometru de 1 Mohm, primei triode a tubului 6H8C (6SN7). Catoda acestei triode este nedecuplată, așa încît se produce o reacție negativă de curent, care îmbunătățește linearitatea etajului și scade factorul său de distorsiuni.

Cea de a doua triodă a tubului T2 este destinată defazării semnalului, astfel încît el să poată ataca un etaj final în contratimp.

Catodele tuburilor finale sînt reunite și negativate prin rezistența comună R16, decuplată prin C9.

Datorită grupurilor suplimentare de filtraj, formate din R7/C4 și R8/C6, amplificatorul lucrează stabil și zgomotul de fond este foarte redus. Transformatorul de ieșire a fost prevăzut cu două impedanțe secundare — 2 ohmi și 4 ohmi — astfel încît să poată adapta mai multe difuzoare, legate fie în serie, fie în paralel.

Redresorul destinat să alimenteze acest amplificator va trebui să debiteze o tensiune de 285 V/130 mA pentru alimentarea anodică și o tensiune de 6,3V/1,8A pentru încălzirea filamentelor.

La montarea pieselor pe șasiu se va ține seama de faptul că tubul 6Ж8 trebuie să se afle în imediată apropiere a mufei de intrare, legătura între aceasta din urmă și grila 1 a tubului urmînd să fie făcută cu o conexiune ecranată scurtă. Tresa metalică a acestei conexiuni se va lega la punctul de masă a mufei. De la același punct va pleca un fir cositorit sau argintat, de 1 mm diametru, care va înconjura șasiul și la care se vor lipi toate punctele de masă necesare, conform schemei.

Amplificatorul prezintă o sensibilitate suficient de mare pentru amplificarea semnalelor debitate de o doză de redare cu cristal. Pentru alte surse de program, se va putea utiliza preamplificatorul prezentat în figura 29.

Tuburile din acest montaj vor putea fi înlocuite precum urmează : 6Ж8 cu EF86, 6H8C cu ECC82 și 6П6C cu 6П14C sau EL84.

LISTA DE MATERIALE

R1 — 0,5 Mohmi
R2 — 600 ohmi
R3 — 0,5 Mohmi
R4 — 0,1 Mohmi
R5 — 1 Mohm
R6 — 2700 ohmi
R7 — 50 Kohmi
R8 — 30 Kohmi
R9 — 0,1 Mohmi
R 10— 0,5 Mohmi
R 11— 50 Kohmi
R12 — 18 Kohmi
R13 — 40 Kohmi
R14 — 0,5 Mohmi
R15 — 0,5 Mohmi
R16 — 260 ohmi/1W
R17 — 10 Kohmi
R18 — 10 Kohmi
C1 — 50 MF/15 V
C2 — 0,1 MF
C3 — 50 nF
C4 — 8 MF/450 V
C5 — 50 nF
C6 — 8 MF/450 V
C7 — 0,1 MF
C8 — 0,1 MF
C9 — 100 MF/25 V
C10 — 4,7 nF
C11 — 4,7 nF
T1 — 6Ж8
T2 — 6Н9С
T3 — 6П6С
T4 — 6П6С

UN AMPLIFICATOR DE 20 WAȚI

Combinînd tuburile din seria „noval" cu tuburile sovietice de putere tip 6П3С (6L6G), se poate realiza schema din figura 56. Sensibilitatea la intrare este de aproximativ 1 volt, de unde reiese că acest amplificator va fi combinat cu unul din preamplificatoarele descrise mai înainte. Alegerea preamplificatorului cel mai convenabil o va face amatorul, în funcție de necesitățile sale.

Dacă parcurgem schema de la un capăt la celălalt, vedem că se utilizează două triode amplificatoare de tensiune, o triodă defazoare și două pentode finale de putere, lucrînd în contratimp, clasa AB_1, cu negativare automată prin rezistență de catod.

O rețea de reacție negativă cuprinde toate etajele, de la secundarul transformatorului de ieșire la catodul primului tub. În afară de aceasta, prima triodă

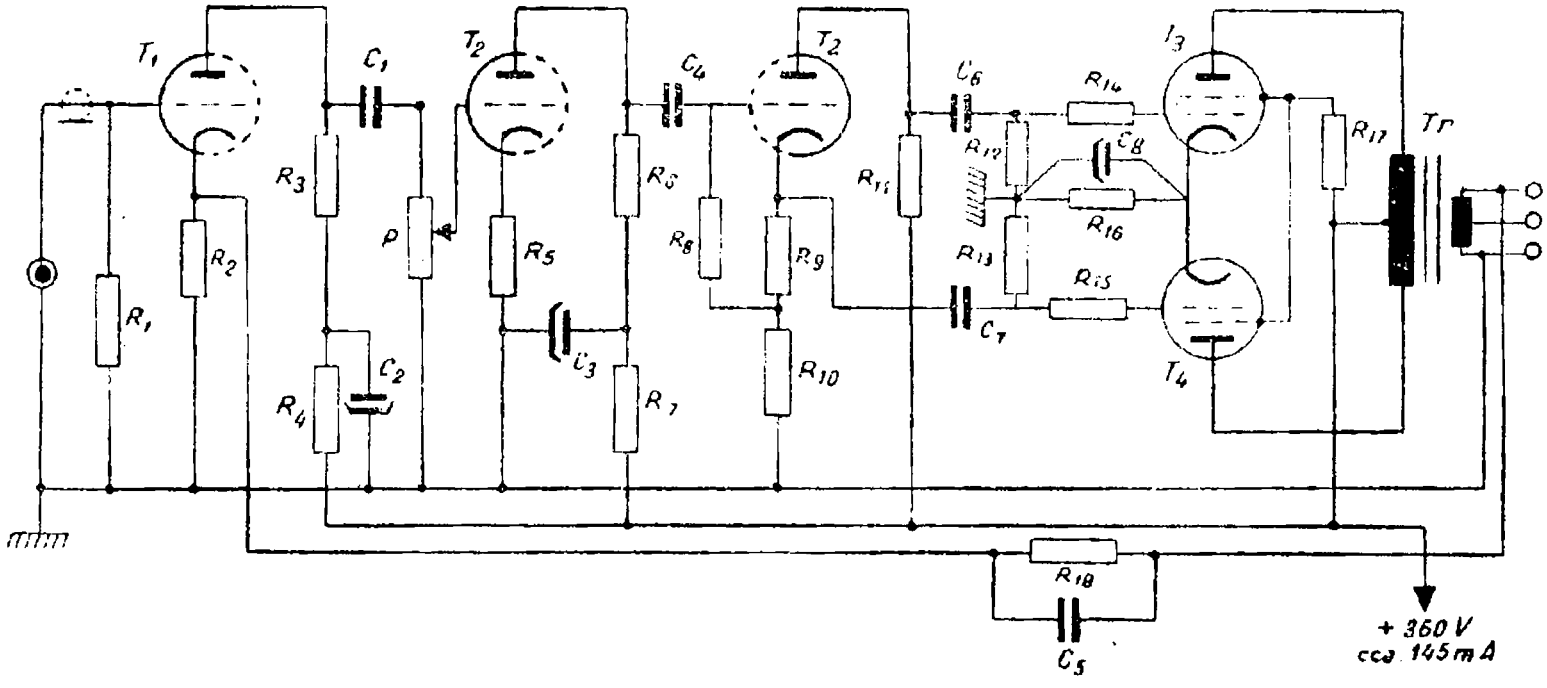

T1
C1
T2
C4
T2
C6
R14
T3
R17
Tr
R12
C8
R3
R6
R11
R16
R2
P
R8
R9
R13
R15
R1
R5
C7
C2
C3
R10
T4
R4
R7
R18
C5
+ 360 V
cca 145 mA

Fig. 56

a tubului T2 are catodul nedecuplat, introducînd o reacție negativă de curent suplimentară.

Condensatorul C5 din circuitul principal de reacție reduce gradul de reacție la frecvențele joase, de unde rezultă o creștere a amplificării la aceste frecvențe. Prin aceasta se compensează capătul inferior al curbei de frecvență și se obține deci o linearitate mai bună.

Cuplajul parazit între etaje este evitat datorită grupului de filtraj compus din R4/C2 și R7/C3, care are o reactanță mare la frecvențe joase. Totodată acest grup reduce componenta alternativă a tensiunii anodice aplicate tubului T1.

Pentru a putea obține puterea nominală de 20 wați de la acest amplificator, redresorul care-l va alimenta va trebui să debiteze o tensiune de 360V la un curent de 145 mA. Dacă puterea cerută amplificatorului nu trebuie să fie mai mare de 12-13 wați, se va omite rezistența R17 și se va folosi o tensiune anodică de 270 volți. Pentru încălzirea filamentelor, transformatorul de rețea va fi prevăzut cu o înfășurare capabilă să debiteze 6,3 V la 2,5 A.

Cele două impedanțe de ieșire — 2 respectiv 4 ohmi — permit legarea unui număr mai mic sau mai mare de difuzoare, în funcție de puterea și impedanța fiecăruia. Rezistența optimă de sarcină a tuburilor finale este în acest montaj de 8 000 ohmi (placă la placă).

LISTA DE MATERIALE

R1 — 0,5 Mohmi
R2 — 3,9 Kohmi
R3 — 220 Kohmi
R4 — 50 Kolmi
R5 — 3,9 Kohmi
R6 — 220 Kohmi
R7 — 50 Kohmi
R8 — 680 Kohmi
R9 — 1 Kohm
R10 — 14 Kohmi
R11 — 15 Kohmi
R12 — 680 Kohmi
R13 — 680 Kohmi
R14 — 1 Kohm
R15 — 1 Kohm
R16 — 250 ohmi/5 W
R17 — 2 Kohmi/5 W
R18 — 4,7 Kohmi
C1 — 50 nF
C2 — 16 MF/450 V

C3 — 8 MF/450 V
C4 — 50 nF
C5 — 5 nF
C6 — 22 nF
C7 — 22 nF
C8 — 100 MF/50 V
T1 — 1/2 ECC82
T2 — ECC82
T3 — 6П3С
T4 — 6П3С

UN AMPLIFICATOR DE 40 WAȚI

O pereche de tuburi 6П3С, montate în contratimp, clasa AB_2, pot asigura o putere utilă de peste 40 wați la un factor de distorsiuni nelineare mai mic de 10 %. Cu o astfel de instalație se vor putea efectua și sonorizări în aer liber, puterea fiind suficientă pentru un număr de 15—20 difuzoare de 2,5 W.

Construcția unui astfel de amplificator nu este cîtuși de puțin mai complicată decît cea a unui amplificator de putere mică. Ceea ce diferă de fapt este în special gabaritul transformatorilor de ieșire și de rețea. Etajul final lucrează cu curenți de grilă, din care motiv etajul care îl atacă, numit etaj „driver", trebuie să debiteze putere. Cuplajul dintre cele două etaje se efectuează cu ajutorul unui transformator, prevăzut cu cîte o priză mediană, atît la primar cît și la secundar. Datele de construcție ale acestui transformator vor fi date ulterior.

Schema de principiu din figura 57 nu prezintă greutăți deosebite de înțelegere. Prima triodă a tubului T1 lucrează ca amplificatoare de tensiune, iar cea de a doua ca defazoare. Urmează un etaj în contratimp, echipat cu dubla triodă T2 care atacă simetric cele două tuburi finale de putere T3 și T4. O rețea simplă de reacție negativă cuprinde toate etajele amplificatorului și interconectează secundarul transformatorului de ieșire cu catoda nedecuplată a primei triode. In cazul în care amatorul va constata că prin conectarea rețelei de reacție amplificatorul intră într-o oscilație puternică, el va trebui să inverseze legăturile de la secundarul transformatorului.

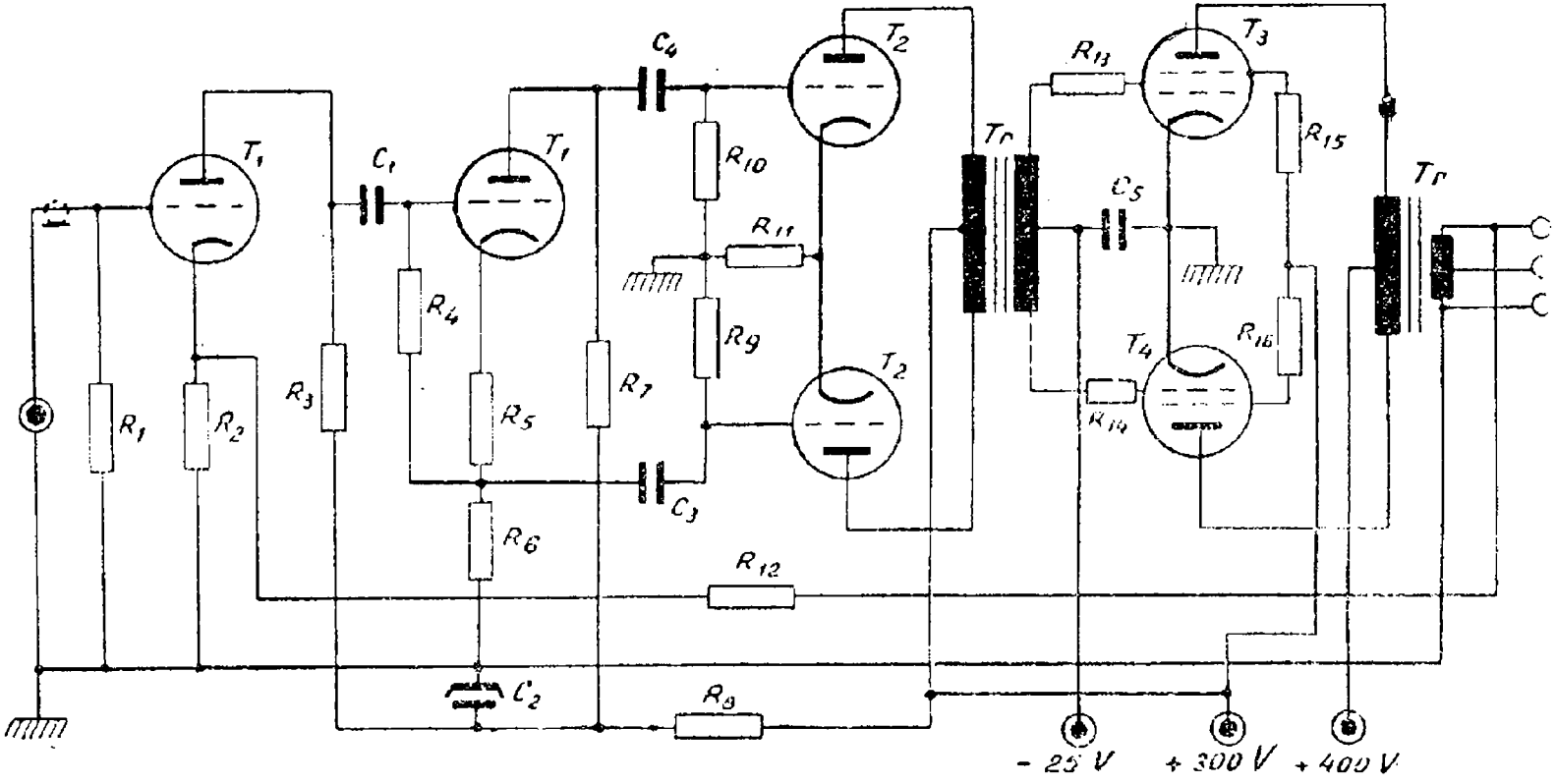

T1
C1
T1
C4
T2
R10
R11
R9
T2
Tr
R13
T3
R15
Tr
C5
R4
R3
R5
R7
R1
R2
C3
T4
R16
R14
R6
R12
C2
R8
- 25 V
+ 300 V
+ 400 V

Fig. 57

Aceasta este valabil pentru oricare din amplificatoarele descrise în acest capitol.

Redresorul — mai complex în acest montaj — este reprezentat în schema de principiu din figura 58. Se folosesc două tuburi separate, tubul T5 asigurînd alimentarea independentă a anodelor etajului final. Curentul total de repaos, fără semnal, al celor două tuburi 6П3С este de 88 mA, iar curentul la semnal maxim este de 205 mA. Negativarea acestora trebuie să fie fixă (—25V) și se obține din redresor datorită căderii de tensiune pe rezistența R19. Rezistența R18 constituie o sarcină fixă și ca reduce la o valoare acceptabilă variația tensiunii de ecran a finalelor ca urmare a variației de consum în funcție de semnal. Curentul de ecran este de 5 mA fără semnal și de 16 mA cu semnal maxim pentru ambele tuburi 6П3С.

Amplificatorul și redresorul vor fi montați pe două șasie independente, construcția „etajată" fiind preferabilă. Tubul T1 va fi ecranat și transformatorul de rețea va fi orientat la 90° față de cel de ieșire și cel de atac. Dimensiunile șasielor vor fi de 500x200x5 mm și se vor executa din tablă de fier de 1,5 mm grosime.

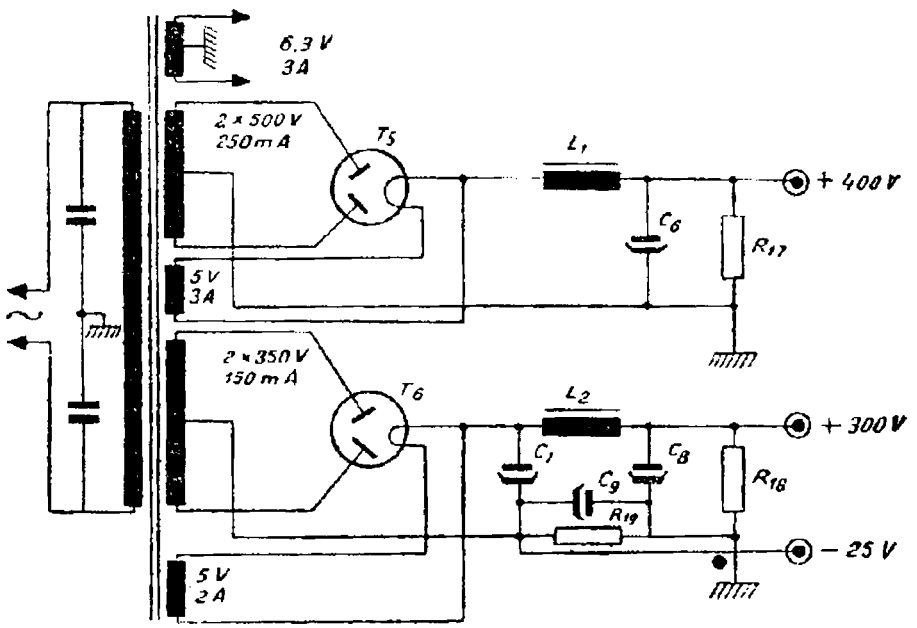


Fig. 58

Sensibilitatea amplificatorului, la puterea nominală de 40 W (maximum 47 wați), este de 1,5 volți și se va folosi cu unul din preamplificatoarele descrise în capitolul precedent.

LISTA DE MATERIALE

R1 — 0,5 Mohmi	R13 — 1 Kohm	C6 — 16 MF/450 V
R2 — 1,5 Kohmi	R14 — 10 Kohmi	C7 — 8 MF/650 V
R3 — 50 Kohmi	R15 — 100 ohmi	C8 — 8 ... /650 V
R4 — 0,5 Mohmi	R16 — 100 ohmi	C9 — 50 MF/50 V
R5 — 18 Kohmi	R17 — 50 Kohmi/5 W	L1 — 20H/100 ohmi 250 mA
R6 — 39 Kohmi	R18 — 3,5 Kohmi/30 W	L2 — 5H/50 ohmi 150 mA
R7 — 50 Kohmi	R19 — 200 ohmi/5 W	T1 — 6SN7GT
R8 — 30 Kohmi	C1 — 50 nF	T2 — 6SN7GT
R9 — 0,5 Mohmi	C2 — 16 MF/450 V	T3 — 6П3С (6L6G)
R10 — 0,5 Mohmi	C3 — 0,1 MF	T4 — 6П3С (6L6G)
R11 — 470 ohmi	C4 — 0,1 MF	T5 — 5Z3 (5Ц3)
R12 — 1 Kohm	C5 — 0,5 MF	T6 — 5Z4 (5Ц4)

UN AMPLIFICATOR DE 80 WAȚI

Schema de principiu din figura 59 reprezintă un amplificator capabil să debiteze o putere utilă de 80 wați, putere care în anumite condiții de alimentare poate fi mărită pînă la 120 wați. O astfel de instalație este utilă pentru sonorizări în aer liber, folosind un mare număr de difuzoare. Ea poate, de asemenea, fi utilizată de radioamatorii de unde scurte pentru modularea anodică a unui emițător cu o putere de alimentare de cca 200 wați, cu modulație pe anod, în curent constant, lucrînd în clasă C. Tuburile finale folosite sînt de tipul 807, foarte populare în rîndul acestei ultime categorii de radioamatori, unde sînt de obicei utilizate cu amplificatoare finale de radiofrecvență.

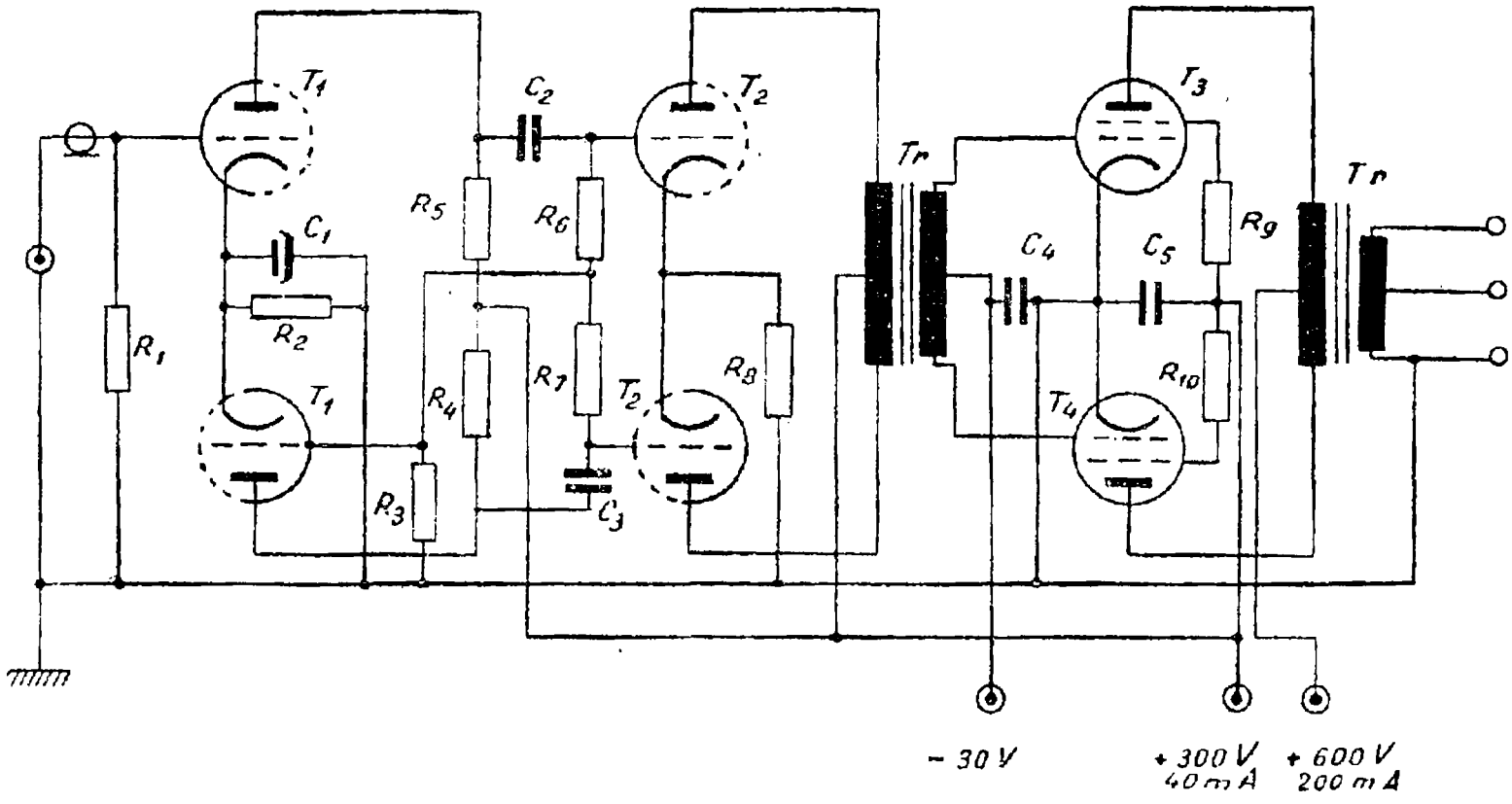

T1
C2
T2
T3
Tr
Tr
C1
R5
R6
C4
C5
R9
R2
R1
R4
R7
R8
R10
T1
T2
T4
R3
C3
- 30 V
+ 300 V
40 m A
+ 600 V
200 m A

Fig. 59

Tubul T1 este montat ca amplificator de tensiune și ca defazor (trioda inferioară), iar tubul T2 ca amplificator în contratimp pentru atacul etajului final. Pentru cuplajul dintre etajul prefinal și final se folosește un transformator avînd raportul de transformare 1/1, 5/1, 5, deci ridicător de tensiune. Datele de construcție ale transformatorului de ieșire sînt indicate în capitolul următor și au fost calculate pentru o impedanță secundară de 200 și 600 ohmi. In cazul folosirii acestui amplificator ca modulator pentru un emițător de amator, secundarul va trebui să aibă impedanța cerută de etajul final de radiofrecvență. Această impedanță este egală cu raportul dintre tensiunea și curentul anodic al etajului de RF modulat.

Puterea amplificatorului poate fi mărită de la 80 la 100 wați alimentînd anodele tuburilor 807 cu 750 volți în loc de 600 V, în care caz consumul respectiv va crește de la 200 la 240 mA și negativarea va trebui mărită de la — 30 la — 32 volți. Impedanța de sarcină optimă se schimbă și ea, devenind 6 400 ohmi (de la placă la placă) în loc de 6 950 ohmi. Trebuie însă subliniat că funcționarea în aceste condiții scurtează considerabil longevitatea tuburilor, din care motiv acest regim se recomandă doar pentru uzul radioamatorilor de unde scurte unde instalația lucrează intermitent. Pentru funcționarea continuă, nu se va depăși regimul de 80 wați.

Redresorul se va executa după schema din figura 58, ținînd seama de modificările survenite în consumuri și tensiuni. Pentru încălzirea filamentelor va fi necesară o tensiune de 6,3 V la un debit de 3A, deci aceleași date.

In cazul în care transformatorul de ieșire va fi un transformator de modulație, legătura care leagă secundarul la masă se va suprima din schemă.

Sensibilitatea amplificatorului, la puterea nominală, este de aproximativ 800 mV — tensiune care va fi obținută de la unul din preamplificatoarele prezentate în capitolul precedent.

Din punct de vedere constructiv, se va respecta aceeași împărțire etajată ca și la amplificatorul de 40 wați.

LISTA DE MATERIALE

R1 — 0,5 Mohmi
R2 — 1,5 Kohmi
R3 — 220 Kohmi
R4 — 100 Kohmi
R5 — 100 Kohmi
R6 — 220 Kohmi
R7 — 220 Kohmi
R8 — 470 ohmi
R9 — 100 ohmi
R10 — 100 ohmi
C1 — 50 MF/25 V
C2 — 22 nF
C3 — 22 nF
C4 — 0,5 MF
C5 — 10 nF
T1 — 6SN7GT
T2 — 6SN7GT
T3 — 807
T4 — 807

MONTAREA ȘI CABLAREA AMPLIFICATOARELOR

Operația este de fapt cu mult mai ușoară decît în cazul radioreceptoarelor. Într-adevăr, audiofrecvența poate fi stăpînită mult mai lesne decît oscilațiile de ordinul sutelor de mii și milioanelor de Hz — oscilații care prezintă mai întotdeauna o poftă nestăpînită de a părăsi conexiunile prin care sînt trimise să circule pentru a-și face apoi apariția tocmai acolo unde prezența lor este cel mai puțin dorită.

A nu se trage de aici concluzia, pripită, că în materie de amplificatoare audio asamblarea s-ar putea face la voia întîmplării. Ea trebuie executată după anumite reguli, dar — spre deosebire de domeniul radiofrecvenței — respectarea acestora ferește cu siguranță pe radioamator de neplăceri și cheltuială inutilă de timp.

O regulă, valabilă și în acest domeniu, spune că „cel mai corect cablaj este acela care cuprinde conexiuni cît mai puține și cît mai scurte". Idealul ar fi ca să nu avem nici un fel de conexiuni. Desigur că aceasta nu e posibil, dar fără îndoială este posibil ca numărul și lungimea lor să fie reduse la minimul necesar. Pentru aceasta este suficient să urmărim de la bun început o amplasare judicioasă a pieselor principale, cum ar fi: tuburile, transformatoarele, condensatoarele electrolitice etc.

Este inutilă indicarea pentru fiecare construcție în parte a acestui amplasament, dacă amatorul va ține seama de următoarele reguli generale:

1 — Tuburile se montează, în ordinea lor firească, pe lungimea șasiului.

2 — Condensatoarele electrolitice — exceptînd tipurile miniaturizate — se așază între tuburi (exceptînd cele finale și redresoare care se încălzesc puternic) ele constituind astfel o ecranare utilă.

3 — Transformatoarele se amplasează între tuburile corespunzătoare. În cazul în care transformatorul de rețea și cel de ieșire (sau cuplaj) se află pe același șasiu, ei vor fi montați la 90° unul față de celălalt, pentru a se elimina orice posibilitate de cuplaj nedorit.

4 — Soclurile tuburilor se vor monta în așa fel încît picioarele corespunzătoare filamentului să fie cît mai apropiate de marginea șasiului. Conexiunile care duc la aceste picioare vor fi răsucite și așezate de-a lungul marginii interioare a șasiului. În orice caz, aceste conexiuni vor fi menținute departe de punctele „calde", care se află la un potențial de audiofrecvență față de masă.

5 — Legăturile însemnate ca atare pe schemă vor fi neapărat executate din cablu de conexiune blindat. Tresa metalică va fi lipită la masă la ambele capete, exceptînd cazul cînd e vorba de o conexiune care duce la un tub avînd grila scoasă pe partea superioară.

6 — În cazul preamplificatoarelor, este bine să se evite folosirea mai multor puncte de masă, răspîndite pe șasiu. În general se va alege un singur punct de masă care va fi corespunzător mufei de intrare. De la acest punct se va trage un fir de 1 mm diametru la care se vor putea apoi lipi toate celelalte puncte de masă.

7 — Condensatoarele care au punctul de masă marcat pe ele, și servesc la efectuarea unui cuplaj între două etaje, vor fi legate în așa fel încît capătul corespunzător semnului de masă să fie lipit de locul cu impedanța cea mai mică față de pămînt. În

cazul unui condensator de cuplaj între anoda unui tub și grila tubului următor, acest punct este anoda.

Respectînd cele de mai sus, și bineînțeles... schema de principiu, amatorul are toate șansele ca respectivul preamplificator sau amplificator să-i dea de la bun început satisfacție.

În ceea ce privește alte aspecte, legate de punerea la punct și depanarea amplificatorilor, acestea vor fi analizate în continuare.

TRANSFORMATORUL DE IEȘIRE

GENERALITĂȚI

„Nici un amplificator de audiofrecvență nu poate fi mai bun decît transformatorul său de ieșire" — iată o zicală „radiofonică" care în practică se adevărește pe deplin.

Transformatorul de ieșire este un element simplu, dar foarte important, al lanțului de audiofrecvență. O greșită dimensionare a acestuia poate constitui sursa a numeroase neplăceri în funcționarea aparaturii: distorsiuni de frecvență sau nelineare, lipsă de putere etc.

Un calcul precis al transformatorului, care să țină seama de toți parametrii existenți, cere cunoștințe de specialitate avansate și în afară de aceasta este lung și destul de greoi. Un astfel de calcul nu este cîtuși de puțin necesar atunci cînd e vorba de realizat un singur transformator, așa cum este situația în cazul radioamatorului. Luînd ca punct de plecare o serie de date fixe și admițind o aproximație de cca 10%, autorul a condensat tot calculul în cîteva relații simple, care vor fi prezentate mai jos. În afară de aceasta, în tabelul din pagina 120, amatorul va găsi datele complete de construcție ale tuturor transformatoarelor de ieșire folosite în amplificatoarele descrise, precum și datele transformatoarelor de cuplaj.

Întrucît în țara noastră nu există la data prezentă un STAS pentru tolele transformatoarelor folosite în aparatajul de radio, toate datele prezentate au la

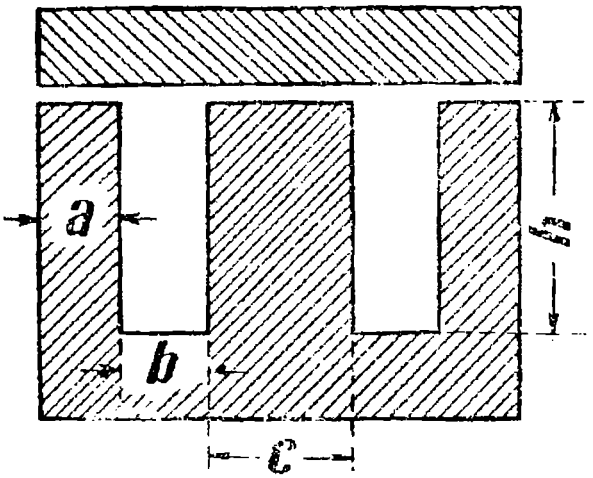


Fig. 60

bază tola E+I utilizată la construcția transformatoarelor din radioreceptoarele indigene. Dimensiunile acestor tole sînt date în figura 60. Pentru alte tipuri de tole, amatorul va trebui să stabilească singur dacă spațiul de bobinaj (fereastra) este suficient de încăpător pentru a putea adăposti numărul de spire rezultat din calcul, acesta din urmă rămînînd același.

CALCULUL TRANSFORMATORULUI DE IEȘIRE

Vom începe prin a defini notațiile folosite în formulele de calcul. Acestea sînt următoarele:

Qo — secțiunea miezului de fier, în cm^2;

P — puterea în secundarul transformatorului, în wați;

Ra — impedanța de sarcină a tubului, în ohmi;

Raa — impedanța de sarcină a tuburilor, în ohmi, în cazul amplificatoarelor în contratimp (de la placă la placă);

Rs—impedanța de sarcină a transformatorului (impedanța difuzoarelor), în ohmi;

N_1 — numărul de spire la primar;

N_2 — numărul de spire la secundar;

d_1 — diametrul sîrmei (fără izolație) la primar, în mm;

d_2 — diametrul sîrmei (fără izolație) la secundar, în mm;

I_0 — curentul anodic al tubului (tuburilor), fără semnal, în mA;

D_1 — diametrul sîrmei la primar, cu izolație, în mm;

D_2 — diametrul sîrmei la secundar, cu izolație, în mm;

li — lățimea eficace a întrefierului în mm;

K — coeficient în funcție de Q_0;

m_1 — coeficient în funcție de mărimea tolei, pentru transformatoarele obișnuite;

m_2 — coeficient în funcție de mărimea tolei, pentru transformatoarele de înaltă fidelitate;

a, b, c, h — dimensiunile tolei, în mm, conform figurii 60;

g — grosimea pachetului de tole, în mm.

Calculul transformatorului de ieșire pentru un etaj final simplu cu un singur tub se face cu ajutorul următoarelor relații:

(1) $$Q_0 = 3\sqrt{P}\ \text{cm}^2$$

(2) $$N_1 = 0{,}12\,\frac{Ra \times I_0}{Q_0}\ \text{spire}$$

(3) $$N_2 = N_1\sqrt{\frac{Rs}{Ra}}\ \text{spire}$$

(4) $$d_1 = K\sqrt{\frac{N_1}{Ra}}\ \text{mm}$$

(5) $$d_2 = d_1\sqrt{\frac{N_1}{N_2}}\ \text{mm}$$

(6) $$li = \frac{N_1 \times I_0}{16} \times 10^{-5}\ \text{mm}$$

Pentru etajele în contratimp se vor aplica următoarele relații:

(1) $$Q_0 = 3 \times \sqrt{P} \text{ cm}^2$$

(2) $$N_1 = m \sqrt{\frac{Raa}{Q_0}} \text{ spire}$$

(3) $$N_2 = N_1 \sqrt{\frac{Ra}{Raa}} \text{ spire}$$

(4) $$d_1 = K \sqrt{\frac{N_1}{Raa}} \text{ mm}$$

(5) $$d_2 = d_1 \sqrt{\frac{N_1}{N_2}} \text{ mm}$$

(6) $\text{li} = O$ (transformatoarele pentru etajele în contratimp n-au întrefier).

După ce s-a efectuat calculul, este necesar să facem o verificare termică și una constructivă a transformatorului.

Verificarea termică are drept scop alegerea unui conductor de diametru suficient de mare, pentru ca înfășurarea să nu se încălzească nepermis de mult. Verificarea termică se efectuează numai pentru înfășurarea primară, întrucît prin cea secundară nu circulă curentul continuu. Ne folosim de relația:

(7) $$d_1 \geqslant \frac{\sqrt{I_0}}{40} \text{ mm}$$

Deci d_1 nu trebuie să fie mai mic decît valoarea obținută din formula de mai sus. În cazul în care din calculul precedent a rezultat o valoare mai mică, vom alege pe cea obținută din relația (7). Diametrul conductorului din secundar, d_2, rămîne cel calculat.

Verificarea constructivă este importantă, întrucît ea ne ferește de surpriza dezagreabilă de a constata că numărul de spire calculat nu are loc pe carcasă. Verificarea se face cu ajutorul următoarei relații:

(8) $$b \geqslant \frac{N_1 (D_1 + 0{,}03)\, D_1 + N_2 (D_2 + 0{,}1)\, D_2}{h - 4} + 3$$

Reiese de mai sus că lățimea ferestrei (dimensiunea b) trebuie să fie egală sau mai mare decît spațiul ocupat de sîrma de bobinaj din primar și secundar, la care se adaugă spațiul ocupat de carcasă, de izolația dintre straturile de bobinaj și de izolația dintre înfășurarea primară și cea secundară.

Relația (8) este valabilă dacă:

a — Între fiecare strat din primar se va pune un strat de hîrtie — preferabil specială, de transformator — de 0,03 mm grosime;

b — Între fiecare strat din secundar se va pune un strat de hîrtie de 0,1 mm grosime;

c — Între înfășurarea primară și secundară se va pune un strat de preșpan de 0,25 mm grosime, iar la transformatoarele care lucrează la o tensiune continuă mai mare de 500 V, două straturi de preșpan (deci 0,5 mm);

d — Carcasa se va executa dintr-un material izolant avînd o grosime de 1 mm;

e — Între fiecare perete al carcasei și stratul de sîrmă se va lăsa o distanță de 1 mm.

În tabelele de mai jos sînt date valorile coeficientului K funcție de secțiunea miezului de fier, și valorile coeficientului și m_2, în funcție de mărimea tolei.

Tipul tolei	m_1	m_2
E + I		
6,4	60	92
8	63	104
10	75	115
12,5	84	123
14	90	133
16	95	146
20	106	163
25	119	133

Q_0	K
cm^2	
4	0,17
5	0,18
6	0,19
8,5	0,20
11,5	0,21
14,5	0,22
18	0,23
22	0,24
26	0,25

Din păcate mărimea tolei nu poate fi determinată de la bun început. Din această cauză, amatorul va alege o mărime oarecare și va efectua calculul. Dacă rezultă, în final, că tola aleasă este neîncăpătoare, va reface calculul pentru mărimea imediat următoare (vezi fig. 60). Dacă, din contra, se va constata că spațiul de bobinaj este mult prea încăpător, se va recurge la o tolă mai mică.

Alegerea tolei se va mai face însă ținînd seama și de următoarea condiție:

$$\frac{c}{g} = 0{,}5 - 2 \qquad (9)$$

Cu alte cuvinte, raportul dintre dimensiunea c a tolei (fig. 60) și grosimea pachetului de tole trebuie să fie cuprins între 0,5 și 2. Cel mai avantajos este să alegem pe c = g, adică o secțiune pătrată a miezului de fier. Secțiunea miezului se obține efectuînd produsul dintre c și g. Totuși nu întotdeauna este posibilă obținerea egalității de mai sus, așa încît amatorul va căuta să se încadreze în condiția impusă de relația (9).

Transformatoarele obișnuite se vor bobina începînd cu primarul și terminînd cu secundarul.

Transformatoarele destinate amplificatoarelor de înaltă fidelitate, avînd etajul final de putere în contratimp, se vor bobina conform schemei electrice din fig. 61 și a schiței din figura 62. Pentru aceasta vom împărți la patru numărul de spire indicat pentru primar (N_A—N_B—N_C—N_D) și la doi numărul de spire indicat pentru secundar (N_E—N_F). Înfășurările N_A, N_E, N_F și N_D se vor bobina în același sens. Înfășurările N_B și N_C se vor bobina în sens contrar față de restul înfășurărilor, ceea ce practic se realizează inversînd bobina pe dorn. Capetele înfășurărilor se conectează precum urmează:

a — Se leagă la un loc începutul lui N_A cu sfîrșitul lui N_B, cu începutul lui N_C, cu sfîrșitul lui N_D. Obținem astfel punctul comun „+ IT“;

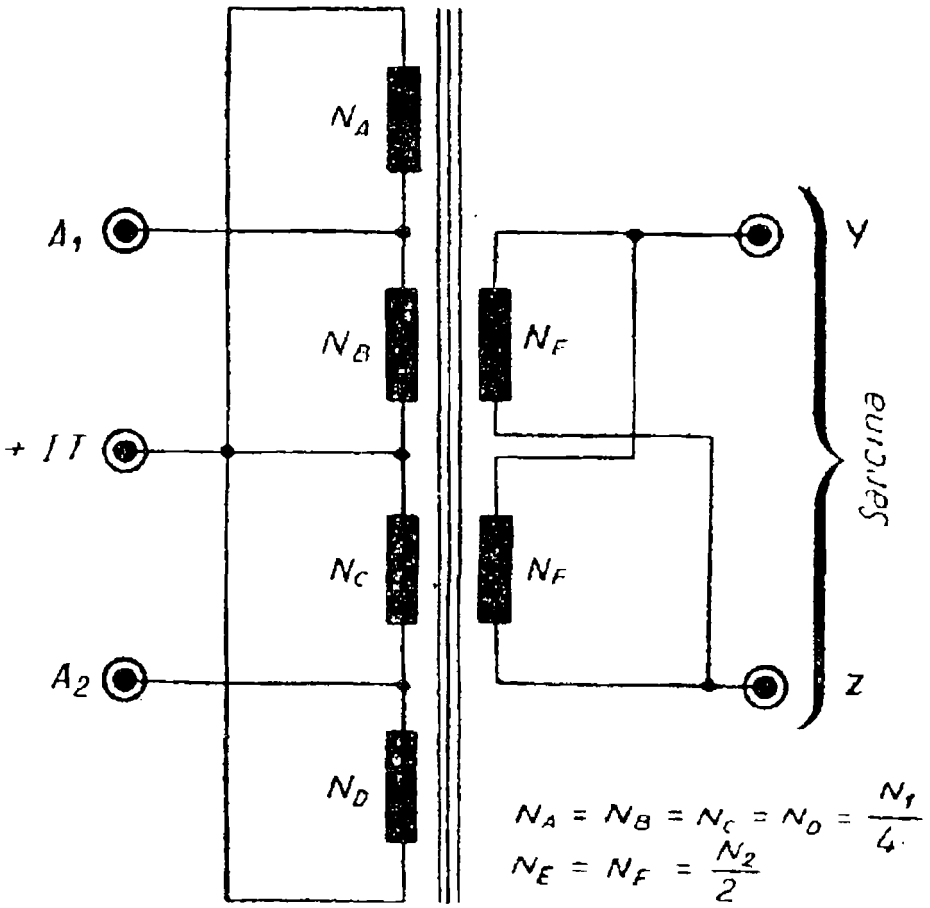


Fig. 61

b — Se leagă la un loc sfîrșitul lui N_A, cu începutul lui N_B. Obținem punctul comun „A_1";

c — Se leagă la un loc sfîrșitul lui N_C cu începutul lui N_D. Obținem punctul comun „A_2";

d — Se leagă la un loc începutul lui N_F cu începutul lui N_E. Obținem punctul comun „Y".

e — Se leagă la un loc sfîrșitul lui N_E cu sfîrșitul lui N_F. Obținem punctul comun „Z".

Acest mod de a bobina transformatorul de ieșire reduce considerabil pierderile la frecvențele audio înalte, deci distorsiunile de frecvență.

Înainte de a trece la un exemplu de calcul numeric, menționăm că metoda de calcul descrisă se bazează pe următoarele premize:

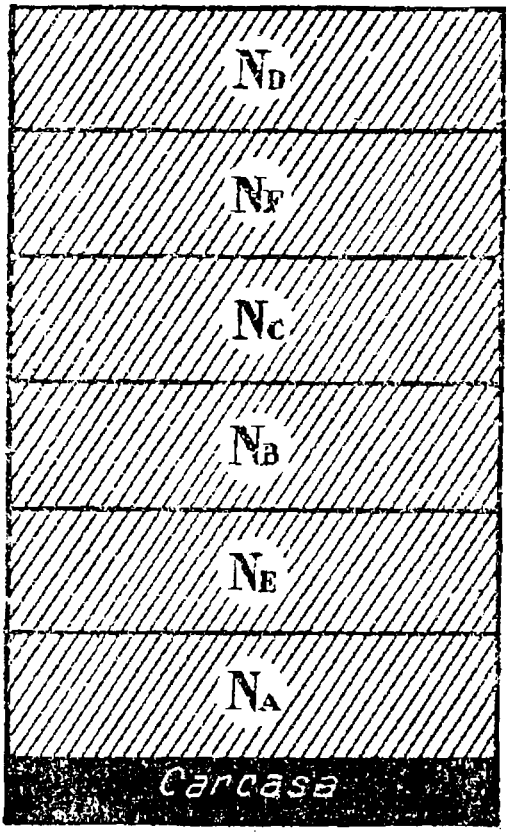


Fig. 62

— inducția în fier : B = 5 000 gauși ;

— frecvența inferioară de tăiere, folosind coeficientul m_1 : 60 Hz (cu — 3dB) ;

— frecvența inferioară de tăiere, folosind coeficientul m_2 : 40 Hz (cu — 2 dB).

Autorul speră că cititorul care a ajuns pînă aici nu și-a luat angajamentul de a... nu calcula vreodată un transformator de ieșire! În realitate calculul este foarte simplu și rapid. Pentru a demonstra aceasta, să trecem la un exemplu numeric.

Să presupunem că avem de calculat un transformator de ieșire pentru amplificatorul prezentat în figura 55.

În tabelele cu caracteristicile tuburilor electronice găsim :

Raa = 8 000 ohmi (placă la placă) ;

I_0 = 70 mA (pentru ambele tuburi) ;

P = 14 wați.

Impedanța difuzorului folosit este :

Rs = 4 ohmi sau Rs = 2 ohmi

Efectuăm calculul, alegînd o tolă tip E — 14.

(1) $$Q_0 = 3\sqrt{14} = 11 \text{ cm}^2.$$

Secțiunea fiind egală cu produsul c × g, rezultă că grosimea pachetului de tole va fi egală cu 40 mm (C = 28 mm).

(2) $$N_1 = 138 \sqrt{\frac{8\,000}{11}} = 3\,750 \text{ spire},$$

(3) $$N_2 = 3\,750 \sqrt{\frac{4}{8\,000}} = 84 \text{ spire (pentru 4 ohmi)},$$

(3) $$N_2 = 3\,750 \sqrt{\frac{2}{8\,000}} = 60 \text{ spire (pentru 2 ohmi)}.$$

Practic, vom bobina 84 spire, cu priză la spira 60.

(4) $$d_1 = 0{,}21 \sqrt{\frac{3\,750}{8\,000}} = 0{,}14 \text{ mm},$$

(5) $$d_2 = 0{,}14 \sqrt{\frac{3\,750}{60}} = 1{,}1 \text{ mm}.$$

Diametrul d_2 s-a calculat pentru secundarul de 2 ohmi, obținîndu-se astfel o valoare mai mare, acoperitoare (nu este practic să bobinăm secundarul cu sîrmă de diametru diferit).

(6) $1i = O$

Întrefierul este nul, așa cum s-a arătat mai înainte. Miezul de fier se va lamela întreţesut (tola E peste tola I etc).

Verificarea termică:

(7) $$d_1 = \frac{\sqrt{75}}{40} = 0{,}16 \text{ mm}.$$

Diametrul conductorului din primar obținut din relația (4) este prea mic. Ca atare se va alege:

$d_1 = 0{,}16$ mm.

Verificarea constructivă:

(8) $$14 \geqslant \frac{3\,750\,(0{,}13 + 0{,}93)\,0{,}18 + 81\,(1{,}15 + 0{,}1)\,1{,}15}{42 - 4} + 3$$

$$14 \geqslant 10 \text{ mm}.$$

Condiția este satisfăcută, rămînînd și un spațiu de rezervă de 4 mm.

Figura	Tipul tolei	Grosimea pachetului	Q_0	N_1	N_2	d_1	d_2	li	Felul transform.	Observaţii
	E + I	mm	cm²	spire		mm	mm	mm		
46 52	12,5	21	5,2	4 520	120	0,16	0,9	0,1	ieşire	—
47	12,5	24	6	4 650	103	0,15	1	0	ieşire	lamelat întreţesut
48	12,5	30	7,5	4 550	72+30	0,16	1,1	0	ieşire	lamelat întreţesut
49	12,5	34	8,5	4 200	63—27	0,16	1	0	ieşire	lamelat întreţesut
50 51	14	34	9,5	3 750	60+25	0,18	1,2	0	ieşire	lamelat întreţesut
53	12,5	24	6	5 000	120	0,16	1	0,1	ieşire	—
55	16	42	13,5	3 300	56+24	0,25	1,1	0	ieşire	lamelat întreţesut
56	14	40	11	3 750	60+24	0,16	1,1	0	ieşire	lamelat întreţesut
57	20	43	19	2 300	83+35	0,35	0,9	0	ieşire	lamelat întreţesut
59	20	67	27	1 900	320+240	0,35	0,32	0	ieşire	lamelat întreţesut
59 57	12,5	20	5	5 000	7 500	0,1	0,1	0	cuplaj	lamelat întreţesut

Diametrul conductorului cu izolația D1 și D2 din relația (8) poate fi găsit în tabelele existente în acest scop. Transformatoarele de ieșire se realizează cu sîrmă de cupru izolată cu email (Cu-Em).

Cu aceasta calculul a luat sfîrșit. Încercați-l. Veți constata — poate cu surprindere — că el poate fi efectuat în mai puțin de 30 minute.

Acei amatori care nu doresc să efectueze un astfel de calcul, vor găsi în tabelul din pagina 120 toate datele necesare confecționării transformatoarelor cu care sînt prevăzute amplificatoarele prezentate.

VERIFICAREA ȘI DEPANAREA AMPLIFICATOARELOR

VERIFICAREA AMPLIFICATOARELOR

Construcția odată terminată, urmează momentul... emoționant, cînd aparatul va fi conectat pentru prima oară la priza de curent. Procedînd în felul acesta, se pot întîmpla trei lucruri: amplificatorul să funcționeze, amplificatorul să nu funcționeze și în sfîrșit amplificatorul să nu funcționeze și totodată, după puțin timp, să observăm prezența unei... dîre subțiri de fum. Desigur că, în acest ultim caz, emoția va fi cea mai mare.

Din această cauză, este bine ca, după ce am efectuat ultima lipitură, să facem o verificare mecanică și electrică minuțioasă.

Verificarea mecanică este cea cu care începem și ea constă într-un control atent al calității lipiturilor efectuate. Pentru aceasta ne vom înarma cu o pensetă și vom „trage" de fiecare piesă în parte. În cazul unei lipituri defectuoase sau „reci", piesa va ceda prin desfacerea lipiturii, care, în acest caz, urmează să fie refăcută cu atenție. După ce am parcurs în acest fel întregul șasiu, confruntăm din nou cablajul cu schema electrică după care acesta a fost executat, pentru ca să ne convingem că nu am săvîrșit nici o greșeală și, cu aceasta, putem considera verificarea mecanică ca încheiată.

Verificarea electrică va avea loc în două faze cu amplificatorul nealimentat și apoi cu amplificatorul alimentat din rețeaua de curent.

Prima fază constă în controlul circuitelor, cu ajutorul unui ohmetru (ca cel descris la pagina 139).

Practic, vom măsura valoarea fiecărei rezistențe separat, apoi ne vom convinge că între două puncte separate printr-un condensator nu avem continuitate. De exemplu vom conecta ohmetrul între anoda unui tub și grila tubului următor: ohmetrul trebuie să indice rezistență infinită (cu excepția unor montaje speciale unde cuplajul dintre tuburi se face direct). Tot cu ajutorul ohmetrului se pot verifica înfășurările transformatoarelor de rețea sau de ieșire, precum și un eventual scurtcircuit între sîrma de bobinaj și miezul de fier.

În a doua fază a verificării electrice, amplificatorul se va conecta la priză și va fi pornit. Pentru început nu vom introduce nici un tub în soclurile respective. Cu ajutorul unui voltmetru vom măsura tensiunea de filament în toate punctele, de asemenea vom măsura tensiunea alternativă la piciorușele soclului, corespunzătoare plăcilor redresoarei. Dacă totul este în regulă, introducem tuburile și măsurăm tensiunea anodică la ieșirea din redresor, confruntînd valoarea citită cu cea indicată pe schema electrică. Aceste măsurători de tensiune se vor putea face cu un voltmetru obișnuit, avînd o rezistență de 1 000 ohmi/volt. Pentru a putea măsura cu o eroare cît mai mică tensiunile de anod și ecran ale tuburilor amplificatoare de tensiune, vom avea nevoie de un instrument cu o rezistență internă mult mai mare, de 20 000 ohmi/volt. Întrucît un astfel de voltmetru nu se află în mod obișnuit la îndemîna amatorului, nu rămîne decît să măsurăm tensiunea de negativare (între catod și grilă) — operație care se poate face cu un voltmetru obișnuit. Valoarea tensiunii de negativare, obținută prin diferența de potențial care apare de-a lungul rezistenței catodice, poate fi folosită pentru a determina (prin legea lui Ohm) curentul total — anodic și de ecran — al tubului.

După ce măsurătorile de mai sus au arătat că amplificatorul consumă normal, toate tuburile primind tensiunile corecte, urmează verificarea finală — și cea mai importantă — cu semnal. Pentru aceasta avem nevoie de un generator de audiofrecvență și

de un voltmetru de curent alternativ capabil să dea indicații exacte în toată gama frecvențelor sonore. Construcția ambelor instrumente este descrisă în capitolul următor.

Reglăm generatorul pe frecvența de 1 000 Hz și aplicăm, la intrarea amplificatorului sau preamplificatorului, un semnal avînd o amplitudine corespunzătoare cu sensibilitatea acestuia — de exemplu 1 volt. La bornele secundarului transformatorului de ieșire conectăm, în loc de difuzor, o rezistență avînd o valoare egală cu impedanța pentru care a fost calculat transformatorul și o putere corespunzătoare puterii de ieșire maxime. În paralel cu această rezistență legăm voltmetrul și rotim apoi potențiometrul de volum al amplificatorului pînă ce voltmetrul indică o valoare maximă. Puterea de ieșire este egală cu:

$$P = \frac{U^2}{R} \text{ waţi}$$

unde P este puterea în wați, U este tensiunea citită în volți și R este valoarea rezistenței de sarcină. Desigur că această măsurătoare nu ține seama de distorsiunile nelineare (armonice) — cu alte cuvinte, este posibil ca puterea maximă să fie obținută cu un coeficient de distorsiuni mult peste cel indicat. Dar pentru a măsura puterea „nedistorsionată", ar mai fi necesare și un osciloscop sau un distorsiometru, conectate în paralel cu sarcina. Întrucît astfel de instrumente nu fac în mod obișnuit parte din laboratorul amatorului ne vom limita la măsurătorile de mai sus.

Sensibilitatea diferitelor intrări ale preamplificatorului sau amplificatorului, precum și caracteristica de frecvență nu pot fi măsurate de amatori, întrucît pentru aceasta ar fi necesar un milivoltmetru electronic care să poată măsura cu precizie amplitudinea semnalului aplicat la intrare. Un astfel de milivoltmetru — chiar dacă nu este greu de construit — trebuie etalonat prin comparație, cu alte cuvinte amatorul ar trebui să aibă acces la un aparat in-

dustrial adecuat. Vom renunța deci la astfel de măsurători și ne vom limita la aprecierea subiectivă a calității, folosind un instrument pe care-l posedă fiecare și care se numește... ureche.

Vom avea o deosebită grijă ca în timpul funcționării amplificatorului de putere să nu-l lăsăm pe acesta fără sarcină, căci în acest caz în primarul transformatorului de ieșire iau naștere supratensiuni foarte mari, care vor duce în majoritatea cazurilor la străpungerea izolației și chiar la distrugerea tuburilor finale.

CAUZELE ȘI REMEDIILE ZGOMOTULUI DE FOND

Zgomotul de fond (brum) este dușmanul oricărui sistem de audiofrecvență. El poate fi moderat, constituind doar o ușoară supărare, sau așa de puternic încît să pună în pericol bobina mobilă a difuzorului.

Orice amplificator va produce un zgomot de fond atunci cînd potențiometrul de volum și amplificarea frecvențelor joase sînt ambele reglate la maximum. Aceasta este normal. Nu este însă normal ca acest zgomot să fie audibil la o distanță de 2—3 metri de difuzoare, la un nivel mediu de ascultare. În această ultimă situație va trebui în primul rînd să stabilim proveniența zgomotului. Pentru aceasta vom verifica în primul rînd dacă zgomotul este prezent cu oricare din sursele de program. Astfel, de exemplu, dacă prin conectarea unui picup observăm un nivel ridicat de zgomot, care însă nu există în momentul în care la intrare se conectează un alt dispozitiv electroacustic, putem fi siguri că de vină este picupul. În acest caz particular, vom verifica legarea corectă a dozei la amplificator (tresa metalică la borna de masă) și în general vom examina cu atenție traseul firului ecranat care pornește de la doză și se termină la intrarea amplificatorului.

O metodă foarte simplă și uneori eficace de a reduce zgomotul de fond este de a schimba poziția fișei de alimentare în priză. Aceasta se va face separat și pe rînd pentru fiecare aparat care face parte din lanțul de audiofrecvență. Dacă se observă o îmbunătățire — cît de mică — se va însemna piciorul respectiv al fișei de alimentare. În cazul unui picup, încercarea se va face cu motorul pornit. La fel se va proceda și în cazul unui magnetofon.

Uneori zgomotul de fond prea mare se datorește unui tub. Se va acorda o atenție deosebită, în acest sens, primului etaj de preamplificare. Fără ca tubul să fie defect — la catometru poate apare ca bun — zgomotul de fond poate varia relativ mult de la un exemplar la altul.

De la caz la caz, apare necesară blindarea unui tub, chiar dacă această operație nu a fost inițial prevăzută. În acest sens, se poate folosi o caracasă metalică din tablă de fier, astfel construită ca să permită fixarea ei rigidă de șasiu.

Partea inferioară a șasiului — în special la preamplificatoare — va fi întotdeauna acoperită cu o placă metalică de dimensiuni convenabile, prinsă cu patru șuruburi.

O sursă foarte frecventă de zgomot este cablul de interconectare dintre diferitele aparate. Acest cablu este format de un fir central înconjurat de o tresă metalică care se conectează la șasiul celor două aparate și la pămînt. Un contact defectuos între această tresă și șasiu va provoca un zgomot de fond apreciabil. Prelungirea cablului de interconectare cu două fire obișnuite — chiar pe o lungime aparent mică — va duce la același rezultat.

O tensiune alternativă, la frecvența rețelei de curent, poate apare între șasiu și pămînt, ca urmare a scăpărilor din transformatorul de alimentare. Din această cauză este recomandabil să se efectueze o punere la pămînt a întregului lanț de audiofrecvență cu ajutorul unui conductor gros care se va lega la un robinet de apă (printr-un colier) sau la calorifer.

Amplasarea aparatelor are o deosebită importanță. Se va evita așezarea unui picup, prevăzut cu o doză magnetică, în imediata apropiere a unui transformator de putere, întrucît cîmpul magnetic creat de acesta din urmă se va induce în doză și va da naștere unui zgomot de fond. Aceeași precauție se va lua și în ceea ce privește preamplificatorul. Primele etaje ale acestuia, avînd o sensibilitate mare, nu trebuie să se afle în apropierea transformatoarelor.

Legăturile care duc la filamentele tuburilor vor fi întotdeauna răsucite (fig. 63) și se va evita formarea buclelor în jurul soclului (fig. 64). Se va evita paralelismul și apropierea între fire care conduc curenți de audiofrecvență și cele parcurse de curentul de 50 Hz al rețelei.

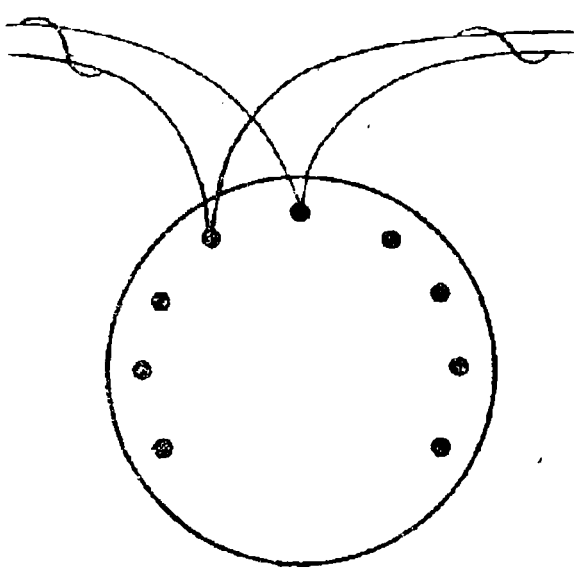


Fig. 63

Luînd toate precauțiile de mai sus, amatorul va reuși cu siguranță să-și pună la punct instalația, în așa fel încît chiar la pasagiile muzicale pianissimo, zgomotul de fond să nu mai constituie o problemă.

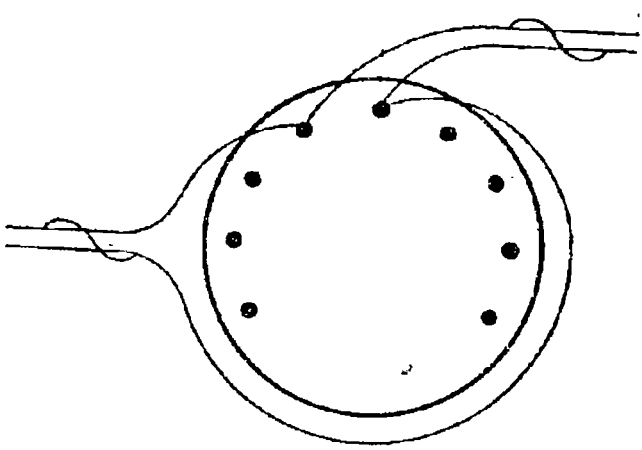


Fig. 64

În amplificatoarele sau preamplificatoarele de audiofrecvență efectul microfonic se datorește exclusiv unuia sau mai multor tuburi. Cu cît tubul respectiv se află într-un etaj lucrînd la un nivel mai mic de semnal (deci mai la „începutul" amplificatorului), cu atît pericolul de microfonie crește, întrucît amplificarea ulterioară este mai mare. În general tuburile destinate amplificării semnalelor de audiofrecvență mici au o construcție interioară rigidă, care împiedică în mare măsură producerea microfoniei, și se montează pe un suport elastic. Se întîmplă însă să nimerim un exemplar mai puțin reușit din acest punct de vedere și în acest caz va fi practic imposibil să ne folosim de puterea maximă de ieșire a amplificatorului, întrucît de la un anumit nivel în sus se va auzi în difuzor un „urlet".

În general stabilirea tubului microfonic se face prin ușoară ciocănire a balonului de sticlă (sau metalic). Tubul împricinat se va comporta ca un microfon — de unde și denumirea fenomenului — și urmează să-l înlocuim. Totuși, în unele cazuri, microfonia este așa de puternică, încît simpla ciocănire a șasiului, în orice loc, va da același efect. În acest caz putem proceda în felul următor: co-

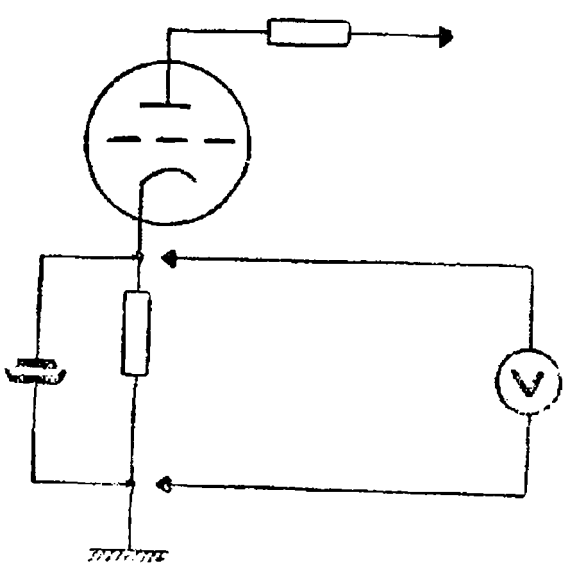


Fig. 65

nectăm un voltmetru pe rînd la toate etajele de amplificare, între anodul tubului respectiv și masă — figura 65 (dacă catodul este legat la șasiu, atunci între ecran sau anod și masă — figura 66). Ciocănim ușor tubul. În momentul în care am ajuns la tubul microfonic, ciocănirea tubului se va traduce printr-o variație bruscă a tensiunii indicate de instrument.

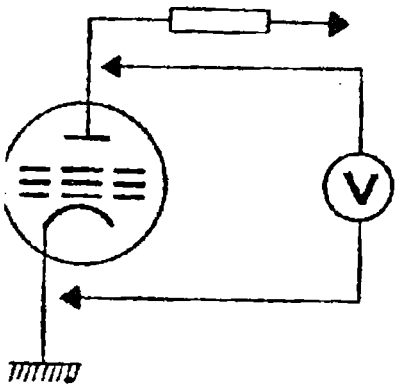


Fig. 66

Un tub microfonic nu trebuie aruncat. El va putea fi utilizat, cu altă ocazie, pentru alte funcțiuni.

INTERFERENȚE RADIO

În instalațiile de amplificare avînd o sensibilitate mare la intrare, se constată uneori fenomene supărătoare care au la bază interferența cu semnale radio sau de televiziune provenind de la un post de emisie apropiat. Uneori un receptor sau un televizor din apropiere poate radia un semnal care să ajungă să fie reprodus de difuzoarele instalației de amplificare. În sfîrșit, tot în categoria acestor interferențe se mai pot include și zgomotele de comutare ale motorului picupului, ale tuburilor fluorescente ș.a.m.d.

Pentru ca să devină o interferență „audio", semnalele menționate mai sus trebuie să ajungă la intrarea preamplificatorului nostru și să fie detectate. Introducerea semnalului poate avea loc în mai multe feluri: o cale obișnuită este cablul ecranat care se conectează la intrarea preamplificatorului și care poate lucra ca o antenă de UUS. În acest caz, dacă

amplitudinea semnalului parazit este mai mare decît negativarea primului tub, se produce detecția. După detecție, semnalul parazit va fi prezent în toate etajele amplificatorului.

Semnalul parazit poate fi introdus și într-un etaj ulterior al preamplificatorului. Pentru aceasta el trebuie să aibă însă o amplitudine deosebit de mare.

Pentru a determina care etaj este cel care culege semnalul parazit, vom scoate pe rînd tuburile din soclu. Odată stabilit etajul cu pricina, trecem la măsuri practice de remediere.

Schema din figura 67 reprezintă un filtru de RF montat în circuitul de grilă al primului etaj preamplificator. Se va încerca folosirea unei rezistențe R avînd valori cuprinse între 5 Kohmi și 100 Kohmi. La nevoie vom înlocui rezistența cu un șoc de RF, bine ecranat, avînd o inductanță cuprinsă între 5 μH și 100 μH, urmat de un condensator de 100... 200 pF legat între grilă și masă.

Un filtru de RF introdus în circuitul de încălzire al tuburilor dă uneori rezultate radicale. Schema unui astfel de filtru este arătată în figura 68. Șocul de 10 μH va trebui să aibă o rezistență ohmică foarte mică, pentru a nu provoca o cădere de tensiune importantă. Condensatorul C va avea o capacitate cuprinsă între 100 pF și 10 nF (de experimentat).

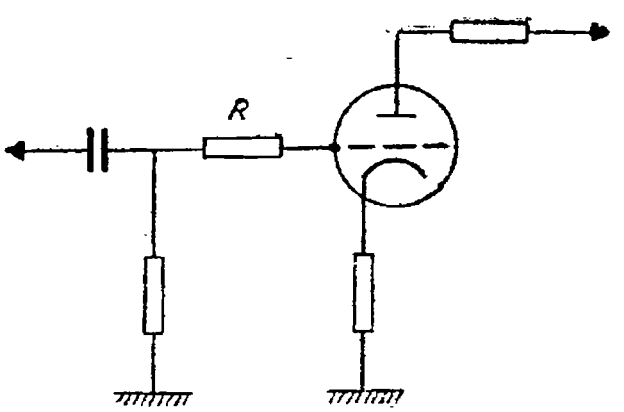


Fig. 67

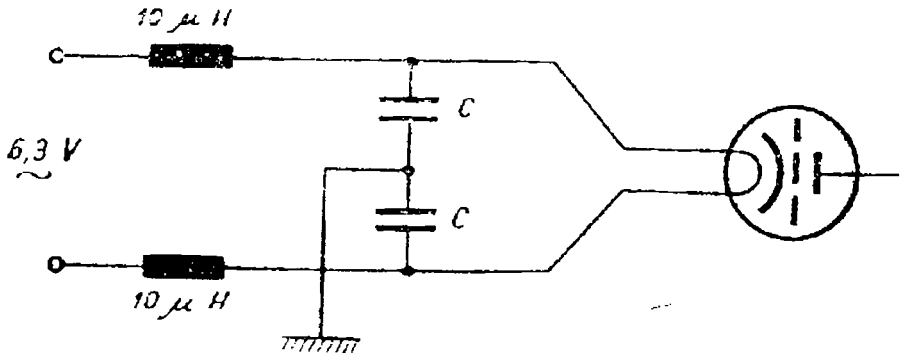


Fig. 68

Aplicînd unul sau mai multe din remediile indicate mai sus, interferențele de RF vor putea fi complet eliminate.

DEPANAREA METODICA

Depanarea amplificatoarelor de audiofrecvență este o operație interesantă și instructivă. Ea poate fi efectuată într-un timp extrem de scurt, atunci cînd cel care depanează dispune de instrumente de măsură complete, cum ar fi un generator de AF, un osciloscop, un voltmetru electronic și altele. La nivelul amatorului, operația de depanare poate dura mai mult, dar respectînd indicațiile date mai jos, rezultatele vor fi la fel de sigure.

Defecțiunea poate fi deseori găsită, făcînd doar o verificare sumară a fiecărei unități și a cablurilor de interconectare. O lipitură desfăcută, un scurtcircuit între două piese sau între miezul și tresa unui conductor ecranat, iată cîteva cauze simple și comune de nefuncționare sau de funcționare anormală. Un tub „zgomotos" nu poate fi categorisit ca atare nici de cel mai bun catometru, de aceea numai substituirea lui cu altul nou poate duce la remedierea defec-

țiunii. În cazul unui amplificator stereofonic, se poate oricînd înlocui un tub cu tubul corespunzător din canalul vecin.

Tabelele din figurile 69 și 70 indică metoda de depanare care trebuia urmată în cazul în care sunetul este distorsionat sau însoțit de zgomote. Tabelele din figurile 71 și 72 sînt valabile în cazul în care sunetul este complet absent. În afară de aceste diagrame, dăm mai jos cîteva indicații generale privind cauza și remediul principalelor defecțiuni ce pot interveni în lanțul de audiofrecvență.

Simptomul: Zgomot de fond la nivel redus (zgomotul nu crește proporțional cu semnalul).
Cauza probabilă: Defecțiunea în redresorul amplificatorului.
Remediul: Verificarea tubului redresor și a condensatoarelor electrolitice.

Simptomul: Sunetul a dispărut complet.
Cauza probabilă: Nu mai există tensiune anodică sau legătura dintre amplificator și difuzor este întreruptă.
Remediul: Se urmărește linia de alimentare anodică, se măsoară toate tensiunile la soclurile tuburilor și se verifică cablul dintre transformatorul de ieșire și difuzor.

Simptomul: Volumul audiției scade intermitent sau pentru perioade mai lungi.
Cauza probabilă: Tuburile finale de putere au slăbit.
Remediul: Se verifică și la nevoie se înlocuiesc tuburile.

Simptomul: Pocnituri intermitente.
Cauza probabilă: Tub defect.
Remediul: Se înlocuiesc succesiv toate tuburile pînă la dispariția fenomenului.

Simptomul: Sunetul apare însoțit de un zbîrnîit fin.
Cauza probabilă: Tub defect în preamplificator. Difuzor pentru frecvențe înalte defect (dacă există). Conexiune dezlipită la bobina mobilă a unui difuzor. O particulă metalică a pătruns în întrefierul difuzorului.

Simptomul: În cazul redării discurilor, distorsiuni la pasagiile „forte".
Cauza probabilă: Brațul picupului nu este corect centrat. Acul este uzat. Discul este uzat.
Remediul: Se centrează brațul sau se înlocuiește acul.

Simptomul: Zgomot de fond excesiv la nivelul normal de audiție. Zgomotul crește proporțional cu amplificarea.
Cauza probabilă: Punerea la pămînt defectuoasă sau cablaj necorespunzător.
Remediul: Se verifică punerile la pămînt în toate punctele. Se corectează cablajul conform indicațiilor date anterior.

Simptomul: Sunetul redat de pe discuri sau magnetofon sa aude miorlăit sau tremurat.
Cauza probabilă: Mecanismul murdar și neuns.
Remediul: Se curăță partea mecanică cu spirt sau tetraclorură de carbon. Se unge cu un ulei fin, în locurile recomandate de fabrică.

Simptomul: Pîrîituri la rotirea unui potențiometru. Nivelul respectiv nu variază fin, ci în salturi.
Cauza probabilă: Potențiometrul murdar sau întrerupt.
Remediul: Se desface potențiometrul și se curăță potcoava cu spirt. În caz de întrerupere se înlocuiește cu unul nou.

Simptomul: Iese fum din rezistența de filtraj a redresorului.

Cauza probabilă: Consumul anodic excesiv de mare. Eventual scurtcircuit.

Remediul: Se verifică negativarea tuburilor finale și starea transformatorului de ieșire. Se verifică condensatoarele electrolitice.

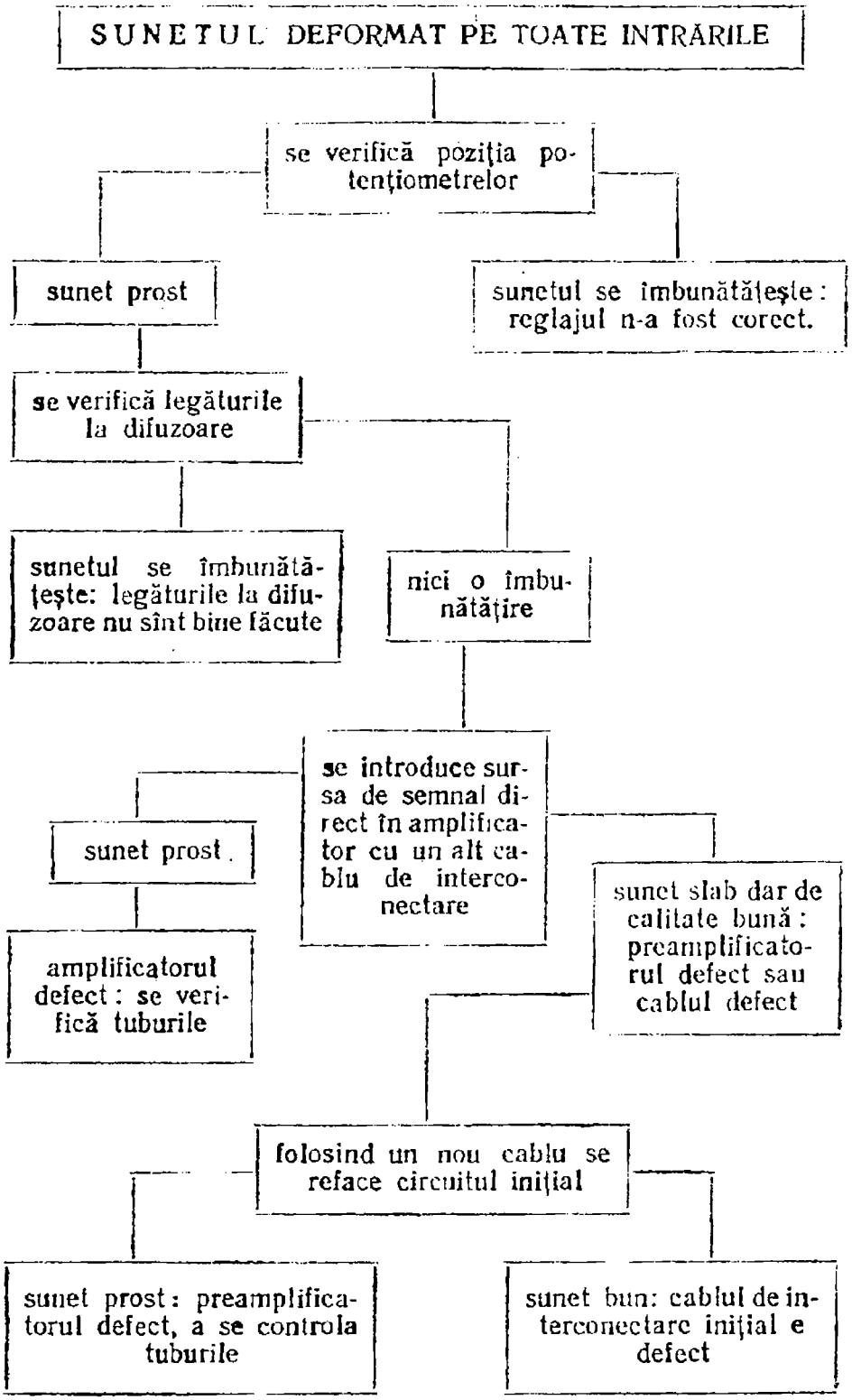

SUNETUL DEFORMAT PE TOATE INTRĂRILE
se verifică poziția potențiometrelor
sunet prost
sunetul se îmbunătățește: reglajul n-a fost corect.
se verifică legăturile la difuzoare
sunetul se îmbunătățește: legăturile la difuzoare nu sînt bine făcute
nici o îmbunătățire
se introduce sursa de semnal direct în amplificator cu un alt cablu de interconectare
sunet prost.
sunet slab dar de calitate bună: preamplificatorul defect sau cablul defect
amplificatorul defect: se verifică tuburile
folosind un nou cablu se reface circuitul inițial
sunet prost: preamplificatorul defect, a se controla tuburile
sunet bun: cablul de interconectare inițial e defect

Fig. 69

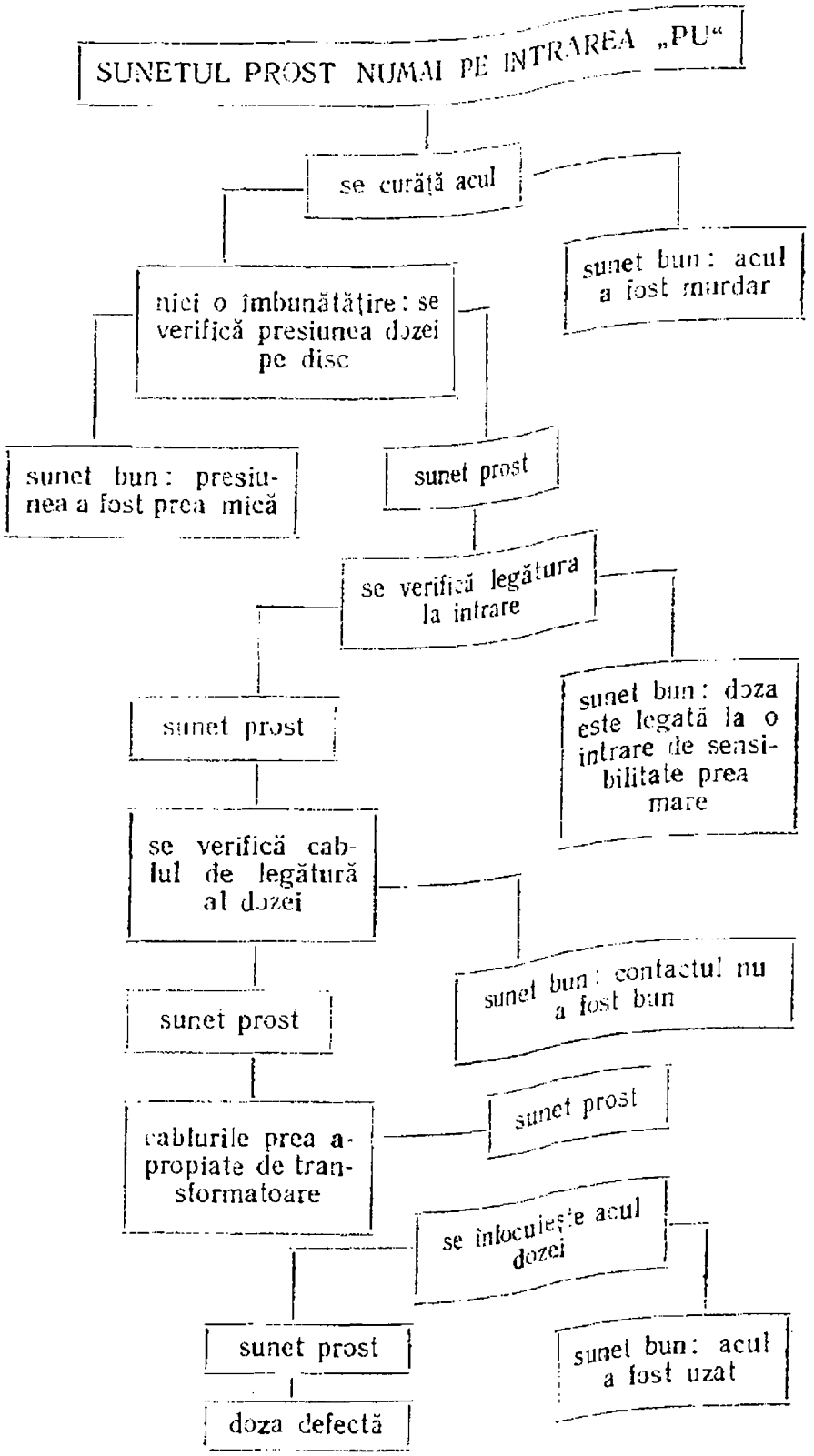

SUNETUL PROST NUMAI PE INTRAREA „PU"
se curăță acul
sunet bun: acul a fost murdar
nici o îmbunătățire: se verifică presiunea dozei pe disc
sunet bun: presiunea a fost prea mică
sunet prost
se verifică legătura la intrare
sunet bun: doza este legată la o intrare de sensibilitate prea mare
sunet prost
se verifică cablul de legătură al dozei
sunet bun: contactul nu a fost bun
sunet prost
cablurile prea apropiate de transformatoare
sunet prost
se înlocuiește acul dozei
sunet bun: acul a fost uzat
sunet prost
doza defectă

Fig. 70

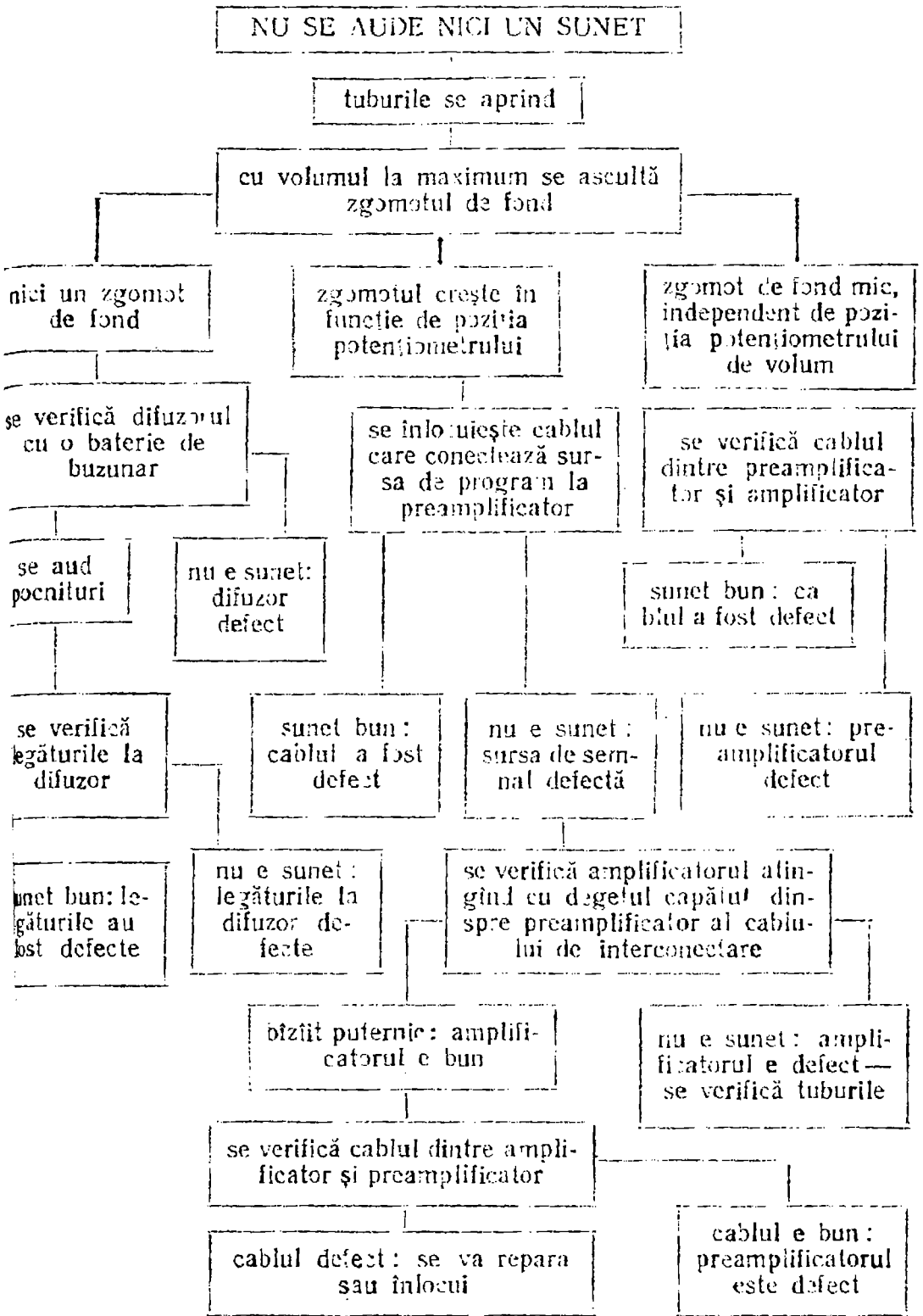

NU SE AUDE NICI UN SUNET
tuburile se aprind
cu volumul la maximum se ascultă zgomotul de fond
nici un zgomot de fond
zgomotul crește în funcție de poziția potențiometrului
zgomot de fond mic, independent de poziția potențiometrului de volum
se verifică difuzorul cu o baterie de buzunar
se înlocuiește cablul care conectează sursa de program la preamplificator
se verifică cablul dintre preamplificator și amplificator
se aud pocnituri
nu e sunet: difuzor defect
sunet bun: cablul a fost defect
se verifică legăturile la difuzor
sunet bun: cablul a fost defect
nu e sunet: sursa de semnal defectă
nu e sunet: preamplificatorul defect
sunet bun: legăturile au fost defecte
nu e sunet: legăturile la difuzor defecte
se verifică amplificatorul atingînd cu degetul capătul dinspre preamplificator al cablului de interconectare
bîzîit puternic: amplificatorul e bun
nu e sunet: amplificatorul e defect — se verifică tuburile
se verifică cablul dintre amplificator și preamplificator
cablul defect: se va repara sau înlocui
cablul e bun: preamplificatorul este defect

Fig. 71

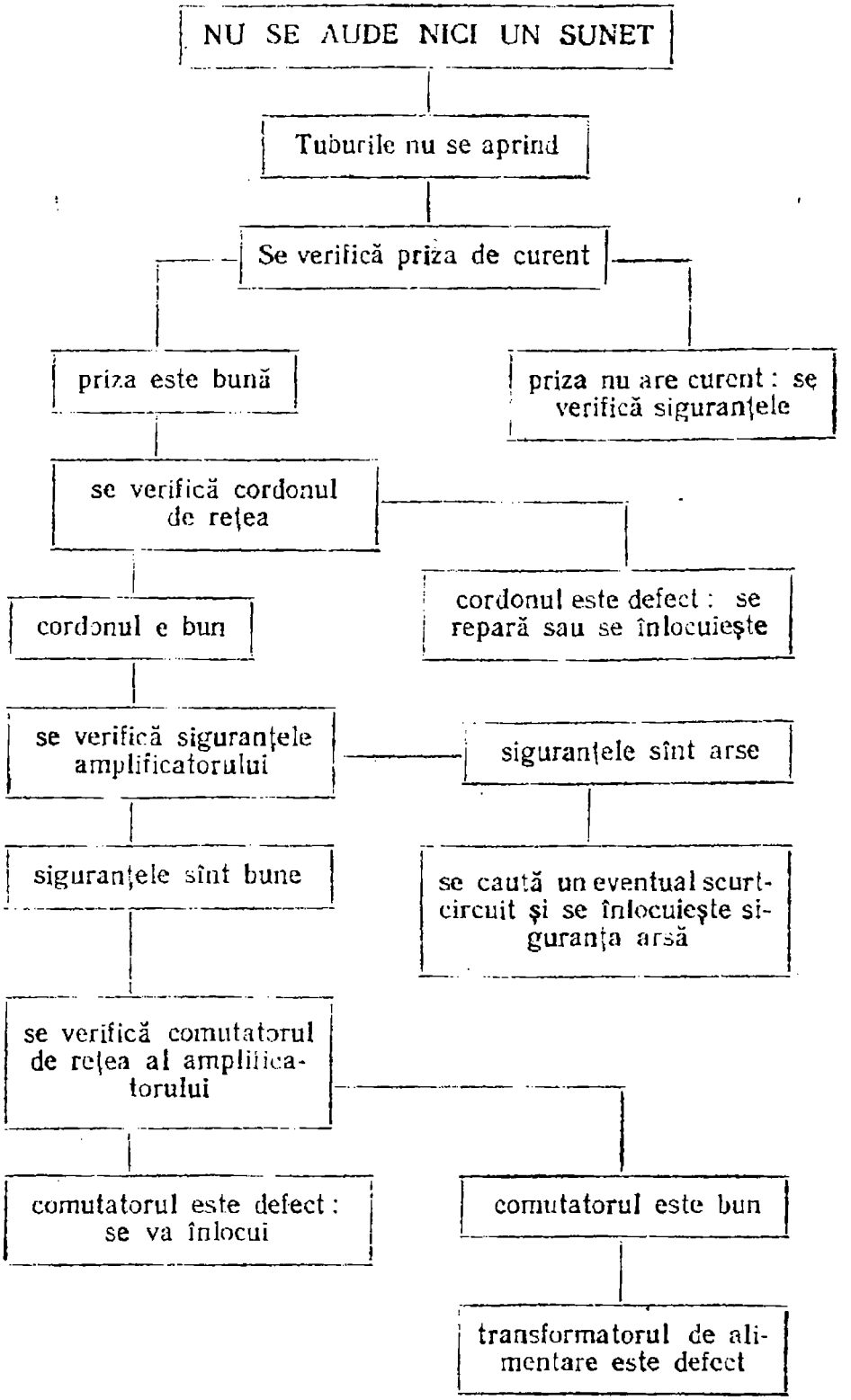

NU SE AUDE NICI UN SUNET
Tuburile nu se aprind
Se verifică priza de curent
priza este bună
priza nu are curent : se verifică siguranțele
se verifică cordonul de rețea
cordonul e bun
cordonul este defect : se repară sau se înlocuiește
se verifică siguranțele amplificatorului
siguranțele sînt arse
siguranțele sînt bune
se caută un eventual scurt-circuit și se înlocuiește siguranța arsă
se verifică comutatorul de rețea al amplificatorului
comutatorul este defect : se va înlocui
comutatorul este bun
transformatorul de alimentare este defect

Fig. 72

APARATE DE MĂSURĂ

In acest capitol vom descrie construcția practică a unui număr restrîns de aparate de măsură specifice domeniului audio.

Intrucît amatorul nu are în mod normal posibilitatea să-și procure astfel de aparate gata fabricate și — chiar dacă are — prețul lor este de cele mai multe ori peste posibilitățile sale financiare, considerăm că realizarea prin mijloace proprii a unor astfel de aparate este pe deplin justificată.

În cele ce urmează, se vor da indicații concrete pentru construcția unor utilaje electronice simple, al căror reglaj — la nivelul necesităților unui amator — poate fi efectuat cu ușurință.

Să începem deci cu construcția unui...

OHMETRU CU SCARĂ LINEARĂ

Ohmetrul „standard" are o scară nelineară și din această cauză precizia citirii la valori mari este mică datorită aglomerării cifrelor. O schemă interesantă[1] utilizînd un circuit diferit de cel obișnuit, poate fi

[1] După revista sovietică RADIO nr. 3/1959.

Pagină lipsă

Pagină lipsă

VOLTMETRU ELECTRONIC DE AUDIOFRECVENȚĂ

Un voltmetru electronic de audiofrecvență este un instrument prețios în laboratorul „audioamatorului". Aplicațiile sale sînt multiple. El poate fi utilizat pentru măsurarea tensiunilor alternative, pentru măsurarea amplificării și pentru determinarea caracteristicii de frecvență a unui amplificator. El poate fi de asemenea folosit pentru măsurarea puterii de ieșire, așa cum se va arăta ulterior.

Condițiile pe care trebuie să le îndeplinească un astfel de instrument sînt următoarele: impedanță de intrare mare (cel puțin 1 megohm) pentru a nu încărca excesiv circuitul la care se conectează, sensibilitate mare (cel mult 300 mV pe scara cea mai mică) și caracteristică de frecvență liniară în gama frecvențelor audio (cel puțin de la 15 la 20 000 Hz).

Schema de principiu, ilustrată în figura 75 este clasică. Divizorul de tensiune, care determină sensibilitatea, cuprinde rezistențele de la R1 la R9, comutabile prin comutatorul K_1. Cea mai mică scară de măsură este de 30 mV și cea mai mare de 300 V. Pe măsura posibilităților, amatorul va respecta valorile acestor rezistențe, cu o toleranță de 1%, pentru a nu micșora precizia citirilor. Scara microampermetrului va fi reetalonată și anume o scară de la 0 la 3 împărțită în 30 diviziuni și o scară de la 0 la 10 împărțită în 50 diviziuni (fig. 76). Diviziunile vor fi egale. Pe prima scară vom citi tensiuni în gamele 0... 0,3... 3... 30 și 300 volți, iar pe cea de a doua în gamele 0... 0,1... 1... 10 și 100 volți.

Voltmetrul conține două etaje consecutive de amplificare, utilizînd cele două triode ale tubului ECC83. Redresorul instrumentului constă dintr-o punte formată din patru diode cu germaniu.

Între intrarea punții și catoda primei triode se află un circuit de reacție negativă care menține constantă amplificarea tuburilor, în cazul variației tensiunilor de alimentare, extinde caracteristica de frecvență și compensează neliniaritatea diodelor.

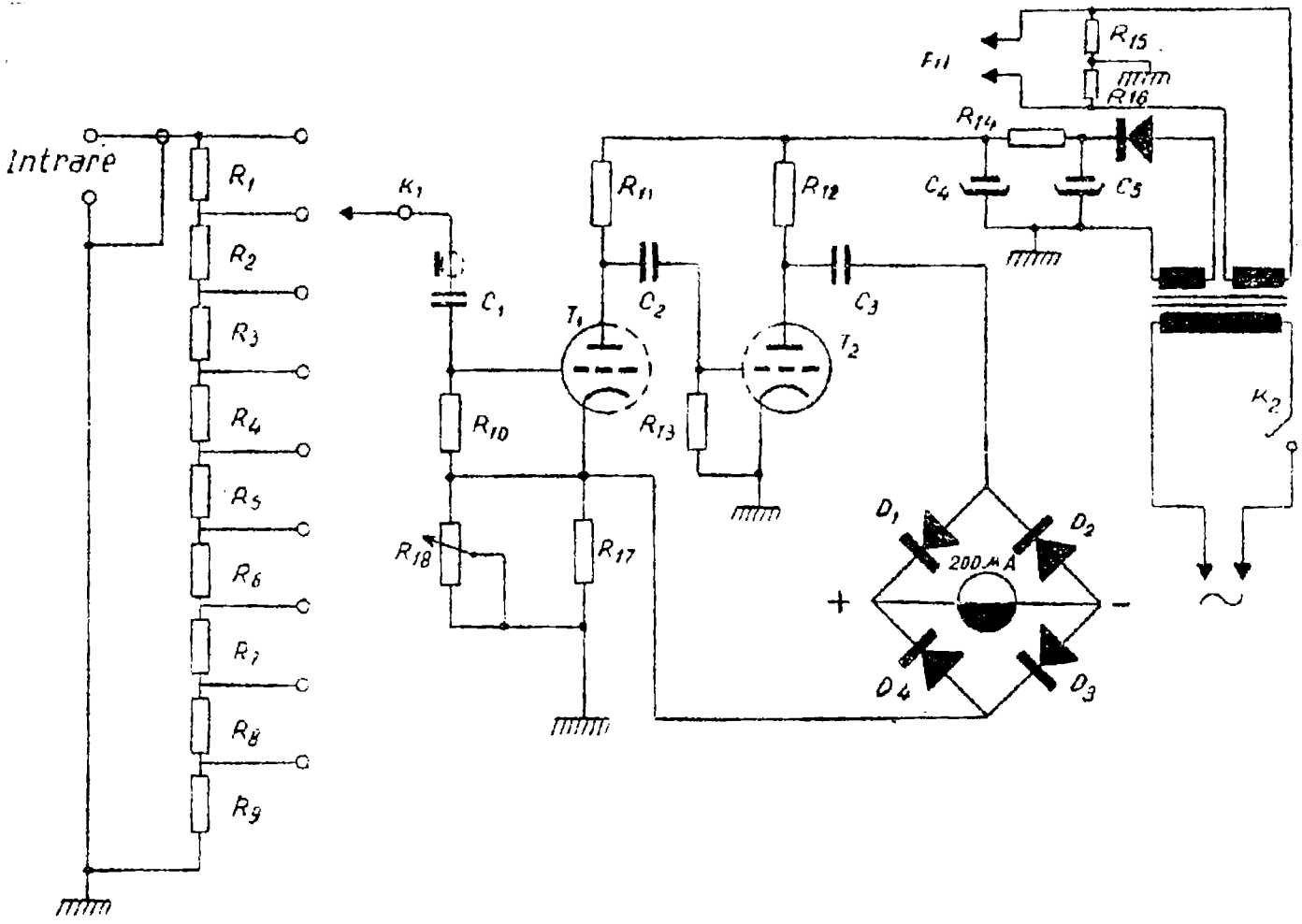

Intrare
R1
R2
R3
R4
R5
R6
R7
R8
R9
K1
C1
R10
R18
R11
C2
T1
R13
R17
R12
C3
T2
F11
R15
R16
R14
C4
C5
K2
D1
D2
D3
D4
200 mA
+
-

Fig. 75

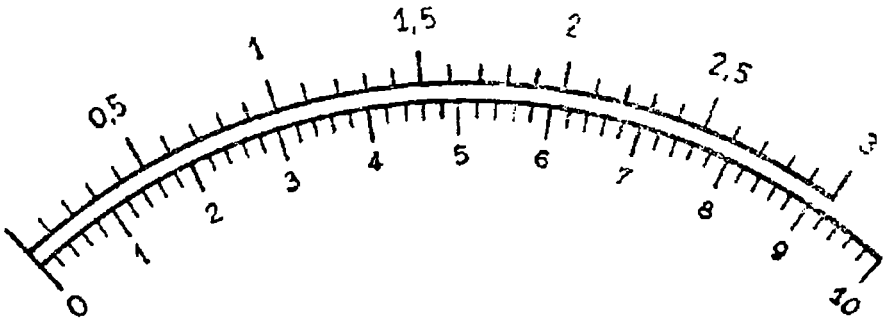


Fig. 76

Succesul unei astfel de construcții depinde în cea mai mare măsură de modul în care va fi efectuat cablajul. Problema „cea mai mare" este de a evita cu orice preț ca circuitul de intrare să culeagă „brumul" de 50 Hz al rețelei electrice. În caz contrar, instrumentul va arăta în permanență — în special pe scările inferioare — o indicație oarecare, ceea ce va împiedica în mod practic măsurarea tensiunilor mici.

Voltmetrul electronic va fi montat pe un șasiu de aluminiu și închis într-o cutie tot de aluminiu. În acest mod aparatul este ecranat față de influențele externe și în special față de efectul cîmpului magnetic al transformatorului de alimentare. Folosirea tablei de fier în loc de aluminiu duce în mod invariabil la neplăceri, în cazul unor construcții compacte de acest fel.

Transformatorul de rețea va fi montat pe cît posibil departe de grila primului tub și comutatorul va fi ecranat suplimentar. Cel mai bine este ca transformatorul să se afle pe partea superioară a șasiului și comutatorul sub șasiu.

Conexiunile care duc la filamentul tubului vor fi răsucite și se vor evita buclele. Ele vor fi pe cît posibil de scurte și cît mai apropiate de șasiu. Aceeași precauție se va lua și în legătură cu cordonul de alimentare al transformatorului.

Toate punerile la pămînt se vor face la capătul „rece" al potențiometrului. De la acest punct se va duce o legătură rigidă la borna de intrare de masă.

Unica conexiune la șasiu se va face de la acest ultim punct.

Toate aceste precauții nu trebuie să pară exagerate. Ele constituie condiția esențială a unei funcționări satisfăcătoare.

Etalonarea este simplă. Se pune instrumentul pe scara de 10 volți. Se conectează intrarea la o sursă de tensiune alternativă de 6,3 V și se ajustează R18 pentru a obține o indicație corespunzătoare a acului.

Un astfel de instrument poate efectua măsurători cu o precizie de $\pm 10\%$.

LISTA DE MATERIALE

R 1 — 750 Kohmi	R10 — 10 Mohmi	C 1 — 50 nF
R 2 — 240 Kohmi	R11 — 470 Kohmi	C 2 — 10 nF
R 3 — 75 Kohmi	R12 — 47 Kohmi	C 3 — 100 nF
R 4 — 24 Kohmi	R13 — 10 Mohmi	C 4 — 20 MF/150 V
R 5 — 7,5 Kohmi	R14 — 10 Kohmi	C 5 — 20 MF/150 V
R 6 — 2,4 Kohmi	R15 — 47 ohmi	T — ECC83
R 7 — 750 ohmi	R16 — 47 ohmi	K_1 — 1X9 poziții
R 8 — 240 ohmi	R17 — 680 ohmi	K_2 — întrerupător
R 9 — 110 ohmi	R18 — 1 Kohm	monopolar

WATTMETRU DE AUDIOFRECVENȚA

Diferența esențială dintre un voltmetru electronic și un „wattmetru de audiofrecvență" constă în faptul că pe cînd voltmetrul „citește" o tensiune față de un anumit punct — de obicei masa — wattmetrul „citește" o tensiune la capetele unei impedanțe cunoscute. Folosind relația:

$$P = \frac{U^2}{Z}$$

unde P este puterea în wați, U este tensiunea în volți și Z este impedanța în ohmi și utilizînd o scară

gradată direct în wați — instrumentul va „citi" direct puterea.

De exemplu, dacă citim o tensiune de 2 volți la capetele unei impedanțe de 4 ohmi, wattajul este de $2^2 : 4$ adică de 1 watt. Aceeași tensiune de-a lungul unei impedanțe de 8 ohmi ar corespunde cu 0,5 wați. Dacă tensiunea s-ar dubla, wattajul ar deveni de 4 ori mai mare decît cel inițial. În consecință putem spune că pentru fiecare impedanță este necesară o scară de puteri separată. Sau — mai simplu — se poate folosi un număr de divizori de tensiune care să corecteze tensiunea aplicată voltmetrului electronic o dată cu schimbarea impedanței.

Acest principiu a fost aplicat la elaborarea dispozitivului „anexă" al voltmetrului electronic descris mai înainte. Dispozitivul, a cărui schemă este reprezentată în figura 77, cuprinde un comutator dublu cu 4 poziții. El permite măsurarea puterii de ieșire a amplificatorilor pentru impedanțele de sarcină de 4, 8, 16 și 600 ohmi. Rezistențele R1, R2, R3 și R4 vor fi neinductive și vor avea o disipație cu 50%

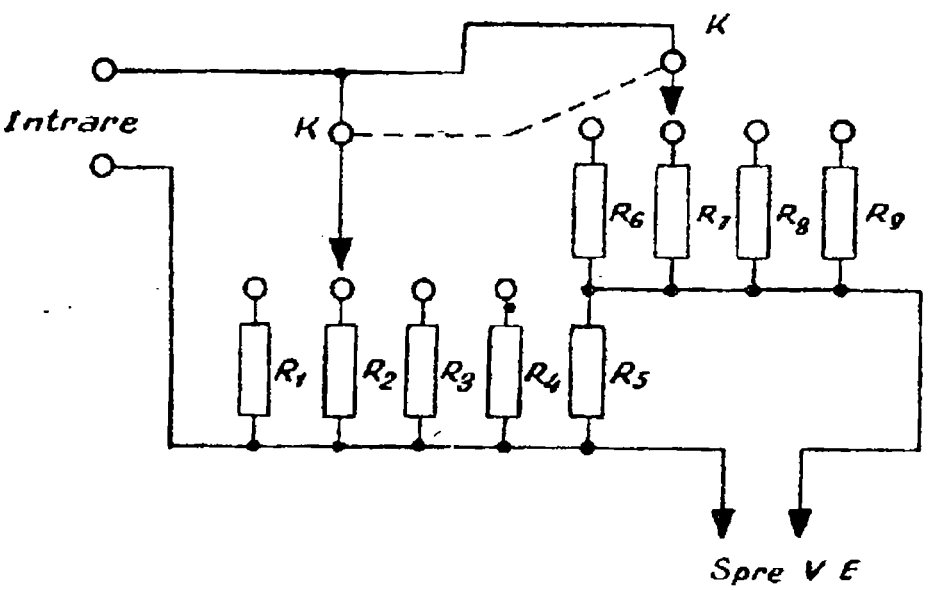


Fig. 77

mai mare decît puterea care urmează să fie măsurată.

Folosind dispozitivul anexă, vom obține următoarele citiri la capătul scărilor voltmetrului electronic:

30	mV	va corespunde	cu	0,3	mW
100	mV	„	„	3	mW
300	mV	„	„	30	mW
1	V	„	„	300	mW
3	V	„	„	3	W
10	V	„	„	30	W
30	V	„	„	300	W

Etalonarea scării de puteri se va face punînd voltmetrul în poziția „3 V" și marcînd pe scară valorile de mai jos:

Tensiunea (V)	Puterea (W)
0	0
0,87	0,25
1,22	0,5
1,50	0,75
1,75	1,00
1,94	1,25
2,12	1,50
2,29	1,75
2,45	2,00
2,60	2,25
2,74	2,50
2,87	2,75
3,00	3,00

Odată trasată această scară suplimentară, voltmetrul nostru electronic va deveni și wattmetru, el putînd măsura puteri cuprinse între sutimi de wați și 300 wați.

LISTA DE MATERIALE

R1 —	600 ohmi	R6 —	41,3 ohmi
R2 —	16 ohmi	R7 —	3,93 Kohmi
R3 —	8 ohmi	R8 —	1,9 Kohmi
R4 —	4 ohmi	R9 —	464 ohmi
R5 —	3 Kohmi	K —	2×4 poziții

GENERATOR SIMPLU DE AUDIOFRECVENȚĂ

Folosind un tub dublă-triodă de tipul 6SN7GT sau ECC82 se poate realiza un generator simplu de audiofrecvență, avînd o gamă cuprinsă între 35 și 16000 Hz.

Schema electrică de principiu, din figura 78, ilustrează un oscilator RC urmat de un repetor catodic.

Valorile indicate în lista de materiale sînt valabile pentru gama de frecvențe de la 35-800 Hz în poziția I a comutatorului și pentru gama 700-16000 Hz în poziția II a comutatorului.

Variația continuă a frecvenței între aceste două limite se obține prin rotirea cursorului potențiometrului de 1 megohm.

Generatorul este capabil să debiteze o tensiune alternativă de aproximativ 3 volți, pe o sarcină externă de cel puțin 50 kohmi și va putea deci fi folosit

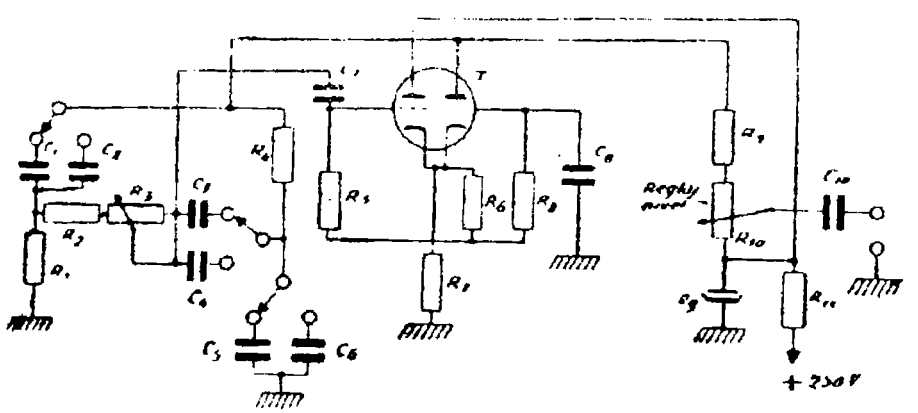


Fig. 78

pentru verificarea și depanarea oricărui preamplificator sau amplificator.

Legătura dintre generator și amplificatorul care se încearcă va fi făcută prin intermediul unui cablu ecranat.

Pentru alimentarea generatorului vom putea folosi un mic redresor capabil să debiteze 250V/15 mA tensiune anodică și 6,3V/0,3A pentru încălzirea filamentului.

Tot ansamblul va putea fi montat într-o cutie închisă de aluminiu, pe un șasiu cu dimensiunile de 150×100×50 mm.

Un generator de acest tip este adecvat pentru măsurători de sensibilitate și fidelitate (împreună cu voltmetrul electronic), dar nu este indicat pentru măsurarea distorsiunilor neliniare ale amplificatoarelor, întrucît distorsiunile sale proprii sînt prea mari.

LISTA DE MATERIALE

R1	— 20 Kohmi	C1	— 5 000 pF
R2	— 2 Kohmi	C2	— 0,1 MF
R3	— 1 Mohmi	C3	— 500 pF
R4	— 20 Kohmi	C4	— 10 nF
R5	— 2 Mohmi	C5	— 5000 pF
R6	— 3 Mohmi	C6	— 0,1 MF
R7	— 5 Kohmi	C7	— 0,5 MF
R8	— 2 Mohmi	C8	— 0,5 MF
R9	— 10 Kohmi	C9	— 50 MF/450 V
R10	— 10 Kohmi	C10	— 1 MF
R11	— 10 Kohmi	T	— 6SN7GT/6H8C/ECC82

UN GENERATOR DE AUDIOFRECVENȚĂ CU UN TRANZISTOR

În schema de principiu din figura 79 poate fi văzut cel mai simplu generator de audiofrecvență. Prevăzut cu o sursă proprie de alimentare, el permite depanări rapide și este foarte comod de utilizat.

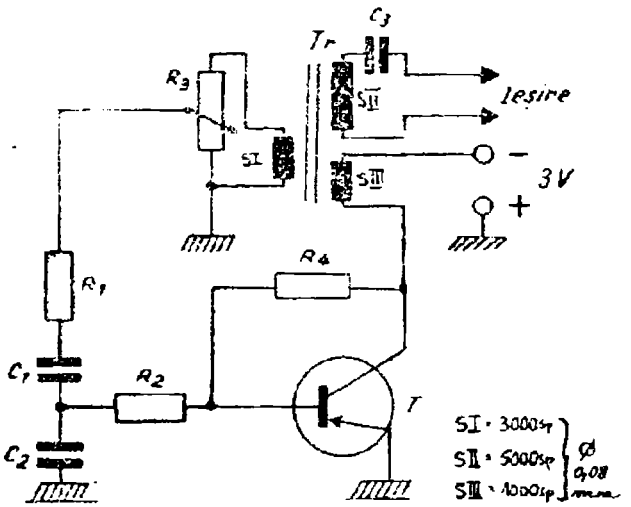


Fig. 79

Reacția pozitivă necesară producerii oscilațiilor de audiofrecvență se obține cu ajutorul transformatorului Tr care are un raport de transformare de 1:3. Frecvența oscilațiilor este determinată în mod special de grupul format din R1, R2, C1, și C2. Cu oarecare aproximație această frecvență este egală cu

$$f = \frac{0,16}{R \times C},$$

unde f este frecvența în Hz, R este rezistența în mohmi ($R_1 = R_2$) și C_1 este capacitatea în microfarazi ($C_1 = C_2$). Valorile indicate în lista de materiale corespunde unei frecvențe de aproximativ 1 000 Hz.

Alimentarea generatorului va fi asigurată de o baterie de 3 volți și se va putea utiliza orice tranzistor de joasă frecvență.

LISTA DE MATERIALE

R1 — 10 Kohmi	C1 — 15 nF
R2 — 10 Kohmi	C2 — 15 nF
R3 — 50 Kohmi	C3 — 1 MF
R4 — 100 Kohmi	T — tranzistor de A.F.

În acest capitol am prezentat cîteva construcții simple de aparate de măsură, pe măsura posibilităților unui radioamator. Folosind astfel de aparate, amatorul nu numai că va reuși să-și regleze și depaneze mai ușor lanțul de audiofrecvență, dar va pătrunde în „lumea milivoltilor" și va face cunoștință pe nesimțite cu fenomenele intime care au loc în amplificatoare și instalațiile anexe.

Spațiul limitat nu ne permite să insistăm mai mult asupra modului în care se efectuează o serie întreagă de măsurători în acest domeniu, dar cei dornici să cunoască mai mult vor găsi informațiile necesare în literatura de specialitate.

IMBUNĂTĂȚIREA SONORITĂȚII RADIORECEPTOARELOR VECHI

Mulți radioamatori își pot afirma ingeniozitatea și talentul prin efectuarea unor operații de modificare asupra unui radioreceptor de construcție mai veche aflat în posesia unei rude sau prieten apropiat. Astfel de aparate mai există încă în număr destul de mare și nu mică va fi bucuria posesorului cînd își va regăsi aparatul „întinerit" și pulsînd cu un... sunet nou.

Îmbunătățirile care se pot face pot cuprinde toate etajele radioreceptorului. In acest capitol ne vom ocupa însă exclusiv de cele care se aplică la etajele de audiofrecvență, de la detecție pînă la difuzor.

ÎMBUNĂTĂȚIRILE REDĂRII FRECVENȚELOR JOASE

În majoritatea cazurilor, aparatele vechi — precum și cele populare — suferă de o lipsă pronunțată de basi. Aceasta se datorește atît difuzorului folosit, cît și dimensionării economice a transformatorului de ieșire.

În privința difuzorului, singurul remediu este schimbarea lui cu un difuzor modern, de calitate bună și de diametru suficient de mare (diametrul nu este însă chiar atît de important pe cît se crede, întrucît anumite tipuri de difuzoare moderne, mici, redau foarte bine sunetele grave).

Transformatorul de ieșire poate fi și el înlocuit, în care caz amatorul va putea folosi metoda de calcul prezentată în carte. O soluție alternativă este însă mărirea inducției primare a transformatorului prin eliminarea componentei continue. Aceasta se poate obține prin montajul ilustrat în figura 80. Precum se vede curentul continuu este blocat de condensatorul C, a cărui capacitate se va alege între 2 și 4 MF, la aceeași tensiune de lucru ca și condensatoarele de filtraj ale redresorului respectiv. Curentul anodic al tubului final circulă pe un nou drum și anume prin șocul de audiofrecvență S. Impedanța acestuia nu este critică. Se poate folosi de exemplu primarul unui transformator de ieșire oarecare sau chiar și înfășurarea de înaltă tensiune a unui transformator de rețea.

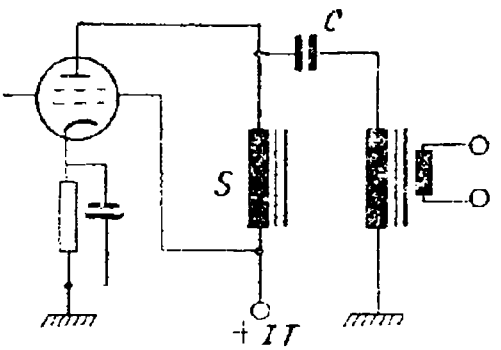


Fig. 80

Cu acest montaj se poate obține, în unele cazuri, o îmbunătățire de mai mulți dB a amplificării frecvențelor joase, și se elimină posibilitatea saturării miezului de fier al transformatorului de ieșire.

Anumite receptoare vechi folosesc și un transformator de cuplaj între două etaje de audiofrecvență. În acest caz se poate aplica aceeași metodă, dar valoarea condensatorului C va fi cuprinsă între 0,1—0,5 MF, iar valoarea rezistenței R între 50—200 Kohmi (fig.81).

O altă cale — mai radicală — de îmbunătățire a redării frecvențelor joase este folosirea unor circuite de compensare. Un astfel de circuit este foarte eficace, dar nu poate fi folosit decît cu condiția ca receptorul să aibă o rezervă suficientă de amplificare. Cu alte cuvinte, amplificarea basilor nu se poate face decît în detrimentul volumului sonor global, rezerva de

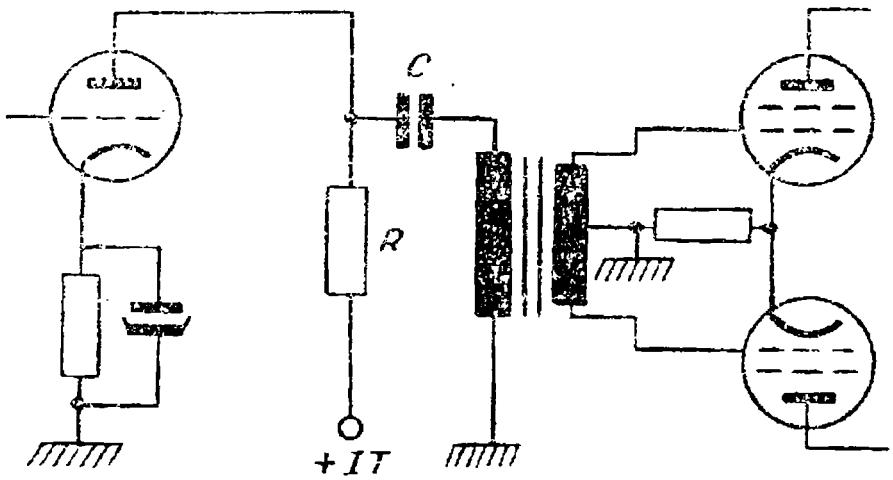


Fig. 81

amplificare a receptorului trebuind să fie cel puțin egală cu atenuarea introdusă de circuitul de compensare. În cazul folosirii unui astfel de circuit, el se va monta fie între două etaje amplificatoare de tensiune, fie între etajul prefinal și final.

Este bine ca amatorul să știe că orice măsură luată în vederea unei mai bune reproduceri a basilor, va duce în mod inevitabil la mărirea zgomotului de sector (brum) al receptorului. În consecință, se impune o îmbunătățire corespunzătoare a celulei de filtraj a redresorului, de obicei prin mărirea capacității condensatoarelor electrolitice. În unele cazuri poate apare ca necesară introducerea unei celule de filtraj numai pentru alimentarea anodică a tuburilor preamplificatoare, conform schemei din figura 82. În cazuri deosebit de critice, cînd apare o oscilație de audiofrecvență (cu o frecvență mică de oscilație), se va folosi schema din figura 83.

La alegerea unui nou difuzor, vom căuta să ne oprim asupra unui model cu o frecvență proprie de rezonanță cît mai mică. Stabilirea acesteia va putea fi făcută cu ușurință de către amatori cu ajutorul unui circuit de măsură în care intră un generator de AF, un receptor oarecare și un voltmetru de curent alternativ obișnuit. Schema electrică a montajului este

reprezentată în figura 84. Rotind butonul care determină frecvența generatorului, vom ajunge la un moment dat la frecvența de rezonanță a difuzorului. Aceasta corespunde cu o indicație maximă foarte pronunțată a voltmetrului. La difuzoarele bune, destinate reproducerii frecvențelor joase, frecvența de rezonanță este cuprinsă între 30—70 Hz.

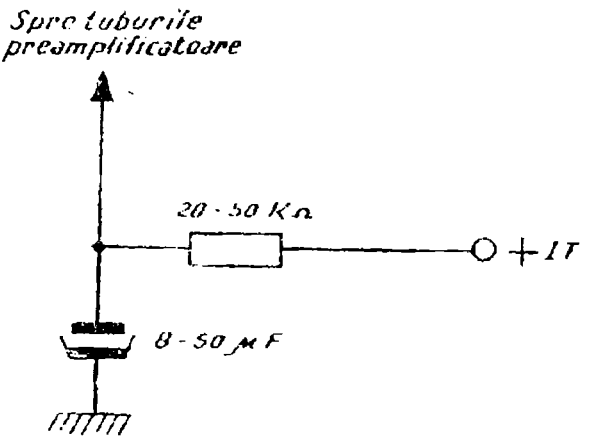


Fig. 82

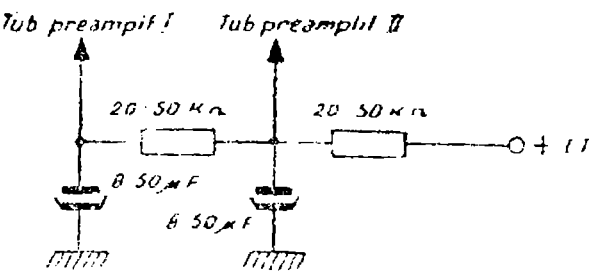


Fig. 83

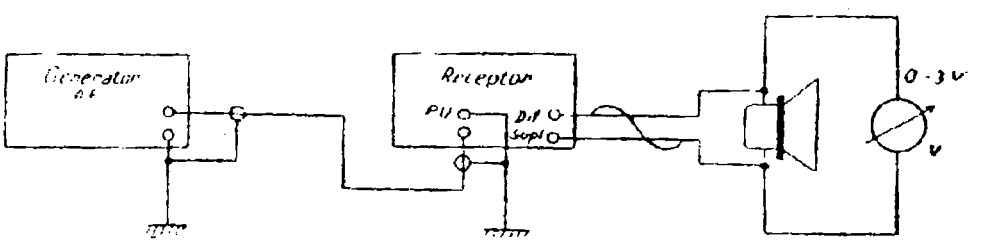


Fig. 84

Îmbunătățirea fidelității de reproducere a receptorului impune și extinderea caracteristicii de frecvență în regiunea frecvențelor acute. Aceasta va fi de un deosebit folos la redarea discurilor de înaltă fidelitate, cum sînt cele din categoria „micro" la turațiile 33 1/3 și 45 t/min. Dacă pe vremuri, cu discurile standard la 78 t/min și picupurile electromagnetice masive, o gamă de redare de 40—7 000 Hz era suficientă, astăzi pretențiile în această direcție sînt mult mai mari.

Una din căile de îmbunătățire a redării sunetelor acute este folosirea circuitelor de compensare, ca și în cazul basilor. Observațiile făcute în paragraful precedent rămîn valabile și în acest caz.

O altă cale, în măsură să dea rezultate extrem de bune, este construirea și folosirea unui amplificator suplimentar, destinat exclusiv amplificării frecvențelor înalte și prevăzut cu un difuzor special pentru redarea acestora. Practic, se va putea folosi un difuzor de putere mică (1W), întrucît „puterea" sunetelor acute, față de ansamblul sunetelor care formează un program muzical, este redusă.

Schema unui astfel de amplificator este ilustrată în figura 85. În locul tuburilor menționate s-ar putea

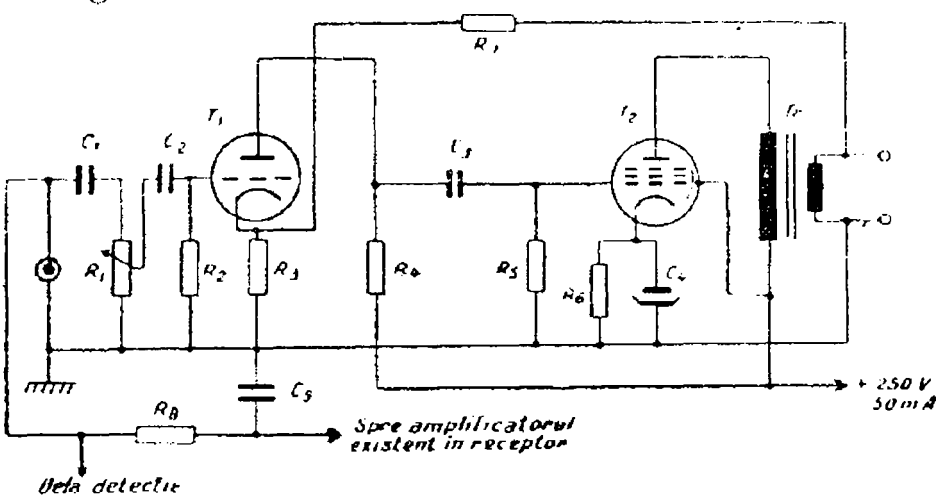


Fig. 85

utiliza unul singur și anume tipul ECL 82, fără nici o modificare în valori. Pentru tubul 6V6GT transformatorul de ieșire va avea o impedanță primară de 5 000 ohmi, iar pentru tubul ECL82 o impedanță de 5 600 ohmi. În ambele cazuri se va folosi tola E—6,4.

Un filtru format din elementele R8 și C8 împiedică trecerea frecvențelor înalte spre amplificatorul principal (începînd de la 800 Hz în sus se produce o atenuare de 6 dB pe octavă).

O astfel de instalație poate ține tovărășie unui amplificator cu o putere pînă la 200 wați, gama lui de frecvențe fiind cuprinsă între 800—30 000 Hz.

LISTA DE MATERIALE

R1 — 500 Kohmi	R8 — 470 Kohmi
R2 — 10 Mohmi	T1 — 6SF5 (6ф5)
R3 — 27 ohmi	T2 — 6V6GT
R4 — 100 Kohmi	C1 — 250 pF
R5 — 220 Kohmi	C2 — 2nF
R6 — 250 ohmi/1W	C3 — 2nF
R7 — 680 ohmi	C4 — 10 MF/25 V
	C5 — 2 nF

FOLOSIREA REACȚIEI NEGATIVE

În schema electrică din figura 86 poate fi văzută partea de audiofrecvență a unui radioreceptor convențional, de tip popular. Tubul preamplificator este negativat prin curenți de grilă datorită valorii mari a lui R5. Tubul final este negativat automat prin rezistența catodică R7. Condensatorul C1 ajută la eliminarea zgomotelor, fără a afecta inteligibilitatea.

O îmbunătățire substanțială a acestui montaj poate fi obținută prin introducerea reacției negative. Cea mai simplă cale de a obține aceasta este de a alimenta anoda tubului T1 de la anoda tubului T2, așa cum se arată în schemă prin linia întreruptă. În felul

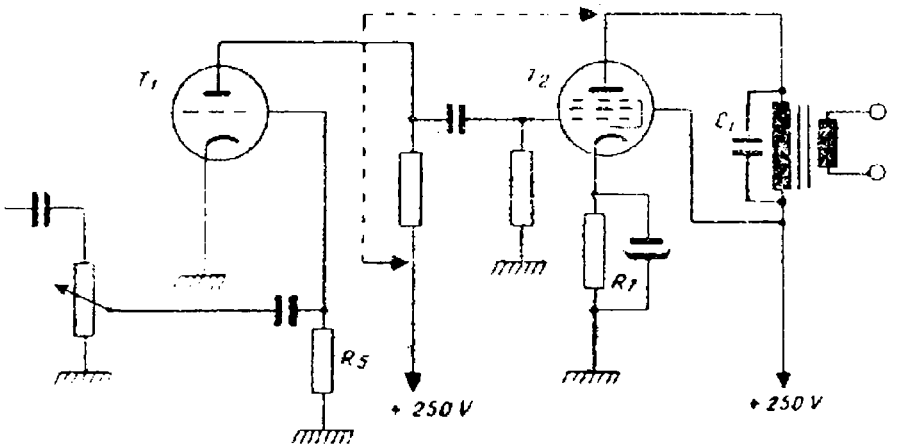


Fig. 86

acesta avem o buclă de reacție, de la anoda lui T2, prin R1 și C2 la grila lui T2. Aceasta este o modificare foarte simplă, dar care are uneori un dezavantaj: tensiunea anodică a tubului final nu este totdeauna la fel de bine filtrată ca și a celorlalte tuburi din receptor și în consecință apare pericolul unui zgomot mărit de sector. Modificarea sistemului de alimentare sau introducerea unei celule suplimentare de filtraj sînt singurele remedii în acest caz. Dacă tubul final este alimentat din același punct al redresorului ca și restul tuburilor, problema nu se mai pune.

O altă metodă de aplicare a reacției negative este indicată în schema din figura 87. Această metodă

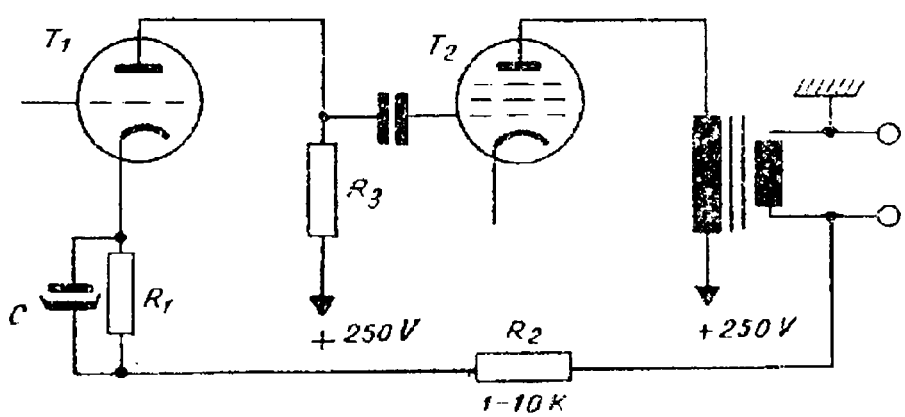


Fig. 87

nu prezintă dezavantajul circuitului precedent. Tensiunea de reacție este luată de la secundarul transformatorului de ieșire și aplicată la catodul tubului preamplificator, aceasta din urmă nefiind legată direct la masă. Valoarea lui R1 depinde de tipul tubului și de gradul de reacție dorit (de obicei cca 1—1,5% din valoarea rezistenței anodice R3).

În cazul în care, prin aplicarea reacției, ia naștere o oscilație puternică, se vor inversa fie primarul, fie secundarul transformatorului de ieșire.

Trebuie să se știe că reacția negativă reduce amplificarea etajelor pe care se aplică, de aceea este necesar să existe o oarecare rezervă în această privință. Cu cît rezerva de amplificare este mai mare, cu atît vom putea folosi o reacție mai puternică și sonoritatea aparatului se va îmbunătăți (gradul maxim de reacție este limitat de alte condiții care nu se vor discuta aici).

Tensiunea de reacție poate fi luată experimental — și de pe divizor, așa cum se vede în schema din figura 88. Odată stabilită poziția convenabilă a cursoarelor, potențiometrele se vor putea înlocui cu rezistențe fixe de valori identice.

Există încă multe alte căi de aplicare a reacției negative. Interesul amatorului este, însă, în aceste cazuri, să folosească mijloacele cele mai simple și

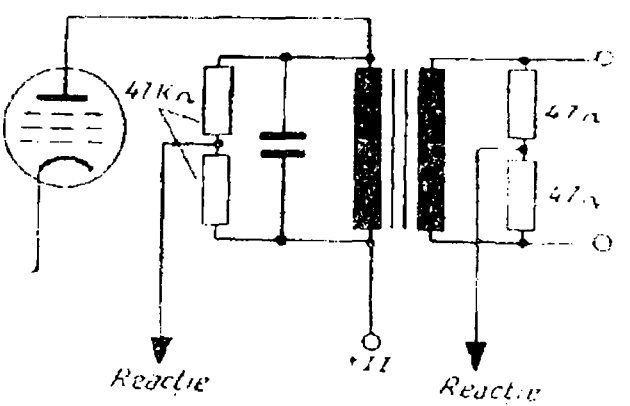


Fig. 88

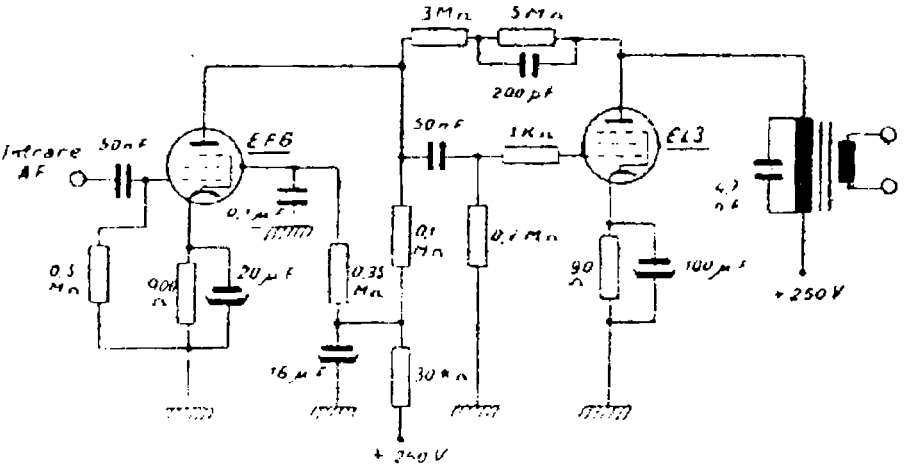


Fig. 89

necostisitoare. Pentru cei pretenționși nu putem recomanda decît o singură soluție: înlocuirea — în întregime — a părții de audiofrecvență a receptorului. Această operație merită să fie făcută atunci cînd restul aparatului (etajele de RF și FI) posedă calități electrice și mecanice bune. De fapt aici e vorba nu de receptoare mici, ci de receptoare mai perfecționate, datînd de pe vremea cînd se punea un accent mai redus pe calitățile sonore ale aparatului de radio.

Pentru a se putea adapta și la o doză de redare modernă, intrarea în lanțul de audiofrecvență al receptorului trebuie să aibă o impedanță de cel puțin 500 kohmi. Sensibilitatea va fi mai bună de 100 mV, la puterea nominală de ieșire.

Schema unui etaj amplificator simplu, care îndeplinește aceste condiții, este arătată în figura 89. Tubul final EL3 sau EL11 permite obținerea unei puteri maxime de 4 wați, la un procent de distorsiuni acceptabile. La o putere de 2—3 wați, distorsiunile sînt mici. Impedanța primară a transformatorului de ieșire va fi de 7 000 ohmi.

În figura 90 este reprezentată schema unui mic amplificator în contratimp, folosind tuburile ECC83 și 6AQ5 (sau 6V6GT). Impedanța primară a transfor-

matorului va fi de 10 000 ohmi, de la placă la placă. Puterea maximă de ieșire este de 10 wați.

Practic, reconstruirea părții de audiofrecvență a unui receptor vechi pune amatorul în fața a două probleme principale: amplasarea noilor piese și asigurarea tensiunilor de alimentare.

În privința amplasării, este probabil ca găurile existente pentru soclurile tuburilor să fie prea mari. În cazul acesta se vor confecționa mici plăcuțe de tablă de 0,5 mm grosime, care să acopere gaura veche și la rîndul lor să fie prevăzute cu o gaură de diametru convenabil.

În general este bine ca să se renunțe la folosirea pieselor vechi, în special a condensatoarelor de orice fel. Rezistențele, a căror valoare mai convine, vor putea fi refolosite numai după o verificare făcută vizual și cu ohmetrul.

Pentru a putea stabili dacă redresorul existent poate suporta consumul anodic al noilor tuburi va trebui în primul rînd stabilit care este consumul celor existente. Pentru aceasta vom folosi fie tabelele cu caracteristici ale tuburilor, fie un miliampermetru conectat, pe rînd, în serie cu catodul fiecărui tub de audiofrecvență. După aceasta vom compara rezultatul obținut cu consumul noului amplificator ce ur-

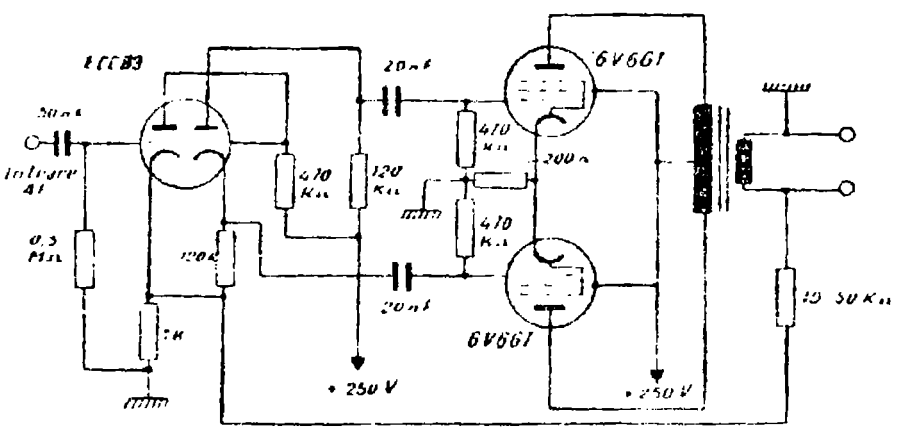


Fig. 90

meazã a fi montat. În cazul schemelor indicate de noi, consumul este de :

85 mA pentru amplificatorul cu etaj final simplu

100 mA pentru amplificatorul cu etaj final în contratimp.

Se poate admite o supraîncărcare de 15–20%, a redresorului, dar nu vom depăși această cifră. Redimensionarea redresorului nu este rentabilă, întrucît ar scumpi prea mult costul modificării.

Pagină lipsă

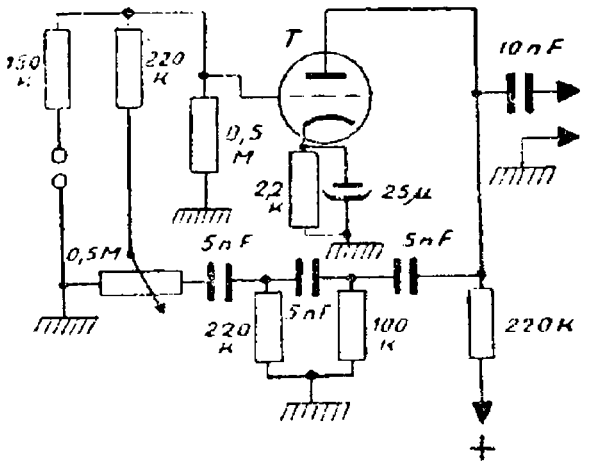


Fig. 91

tare, prin utilizarea unor sisteme de variație continuă a amplificării sunetelor înalte sau joase.

Schema din figura 91 folosește un tub triodă cu factor mare de amplificare, cum ar fi tipul ECC83 și permite o amplificare variabilă a basilor. Rezistența de 0,5 mohmi din grila tubului poate fi înlocuită cu un potențiometru pentru controlul volumului sonor. Funcționarea se bazează pe utilizarea reacției negative. Este posibilă obținerea unei „ridicări" a basilor cu 15—20 dB, în poziție extremă a cursorului potențiometrului de 500 kohmi (cu variație lineară dacă este posibil).

Pentru ca rezultatele finale să fie cele așteptate, instalația trebuie să fie lipsită de zgomot de fond, iar etajele să fie bine decuplate între ele, în caz contrar apare pericolul unor oscilații de joasă frecvență, care compromit funcționarea.

Tot ansamblul se va monta între preamplificator și amplificator sau între etajul prefinal și final.

Un alt montaj, ilustrat în figura 92, nu folosește nici un tub; în loc să amplifice, el atenuează frecvențele înalte sau joase.

Circuitul se introduce între tubul final și transformatorul de ieșire. Cînd cursorul potențiometrului se află în extrema stîngă, frecvențele înalte sînt tăiate

prin efectul de șuntare al condensatorului C1. Cînd cursorul se află în extrema dreaptă, frecvențele joase sînt atenuate prin efectul de șuntare a bobinei cu miez de fier S, care prezintă o reactanță mică la aceste frecvențe. În poziția centrală a cursorului, sistemul este practic inoperant. Un astfel de montaj nu introduce o amplificare suplimentară a frecvențelor înalte sau joase, dar este totuși foarte util în acele situații în care aceste frecvențe trebuie atenuate: vorba, de exemplu, devine mai inteligibilă prin reducerea basilor, iar anumite discuri uzate sînt mai agreabile de ascultat reducînd nivelul sunetelor acute, ceea ce aduce cu sine reducerea zgomotului de suprafață.

Figura 93 reprezintă un circuit care asigură variația continuă a nivelului sunetelor acute, printr-un sistem ingenios de reacție negativă selectivă. Cursorul potențiometrului fiind în poziție extremă de sus, condensatorul C1 șuntează grila tubului EL81 și are loc o atenuare a frecvențelor înalte. În poziția opusă a cursorului, condensatorul C2 „scoate" din rețeaua de reacție frecvențele înalte, așa încît amplificarea acestora crește corespunzător. Datorită rezistenței potențiometrului, condensatorul C1 nu mai are nici un efect în această situație.

Acest circuit poate înlocui cu rezultate mult superioare obișnuitul dispozitiv de control al tonului din

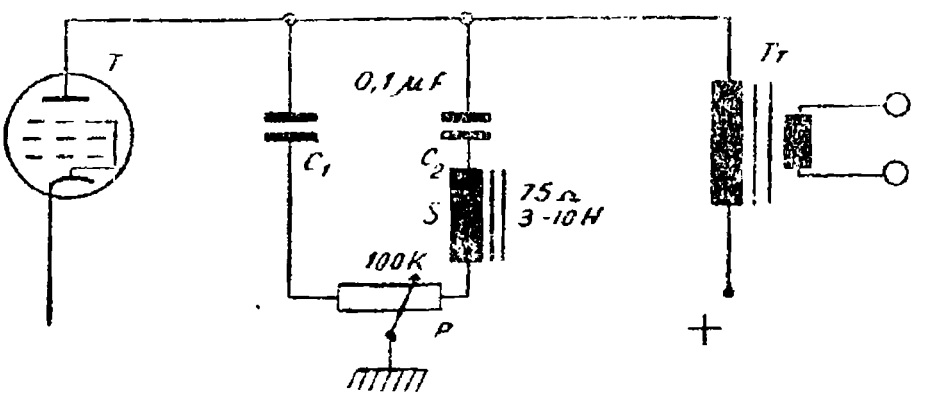


Fig. 92

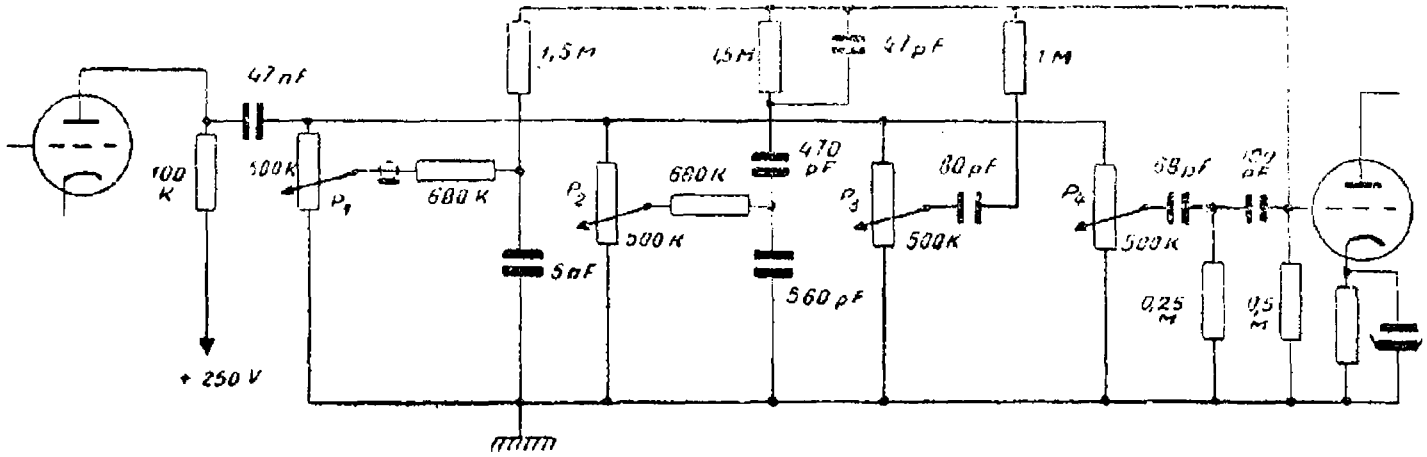

47 nF
100 K
500K
P1
680 K
1,5 M
5 nF
P2
680K
500 K
470 pF
560 pF
P3
80 pF
500K
P4
500K
68 pF
0,25 M
0,5 M
+ 250 V

Fig. 96

torului de cuplaj dintre etaje scade de la 500 pF la 250 pF. Ca atare, favorizarea sunetelor acute se produce la o frecvență mai mare decît în cazul precedent și curba de frecvență are aspectul din figura 95 *c*.

În poziția a 4-a a comutatorului, un condensator de 50 pF se conectează între grila și placa tubului final. Datorită acestuia se produce o puternică reacție negativă la frecvențele superioare și curba de frecvență ia aspectul din figura 96 *d*.

Ca încheiere, să examinăm o schemă mai puțin obișnuită (fig. 96). Spectrul audiofrecvență de la 50—8 500 Hz este împărțit în 4 game, controlate independent și continuu prin intermediul potențiometrelor de 500 kohmi.

Potențiometrul P1 controlează amplificarea basilor, P2 amplificarea frecvențelor „medii inferioare", P3 a frecvențelor „medii superioare" și, în sfîrșit, P4 frecvențele înalte.

P1 permite o amplificare de 6 dB sau o atenuare de 10 dB la frecvența de 50 Hz. P2 o amplificare de 15 dB sau o atenuare de 20 dB la 300 Hz, P3 o amplificare de 15 dB sau o atenuare de 20 dB la 1 600 Hz și P4 o amplificare de 15 dB sau o atenuare de 6 dB la 8 500 Hz. Cu potențiometrele în poziții intermediare, curba de frecvență a sistemului este liniară de la 30 la 15 000 Hz.

Cu ajutorul unui astfel de circuit — e drept ceva mai complex — se pot corecta deficiențele difuzoarelor, ale înregistrărilor și se pot obține efecte sonore speciale.

Copierea unei benzi magnetice pe alt magnetofon este o distracție curentă printre amatori și se efectuează adeseori în stilul... schimburilor filatelice. După ce părțile „au ajuns de acord", urmează operația copierii propriu-zise, care însă, din păcate, în majoritatea cazurilor se efectuează necorespunzător din punct de vedere tehnic. Rezultatul ? O copie cu o

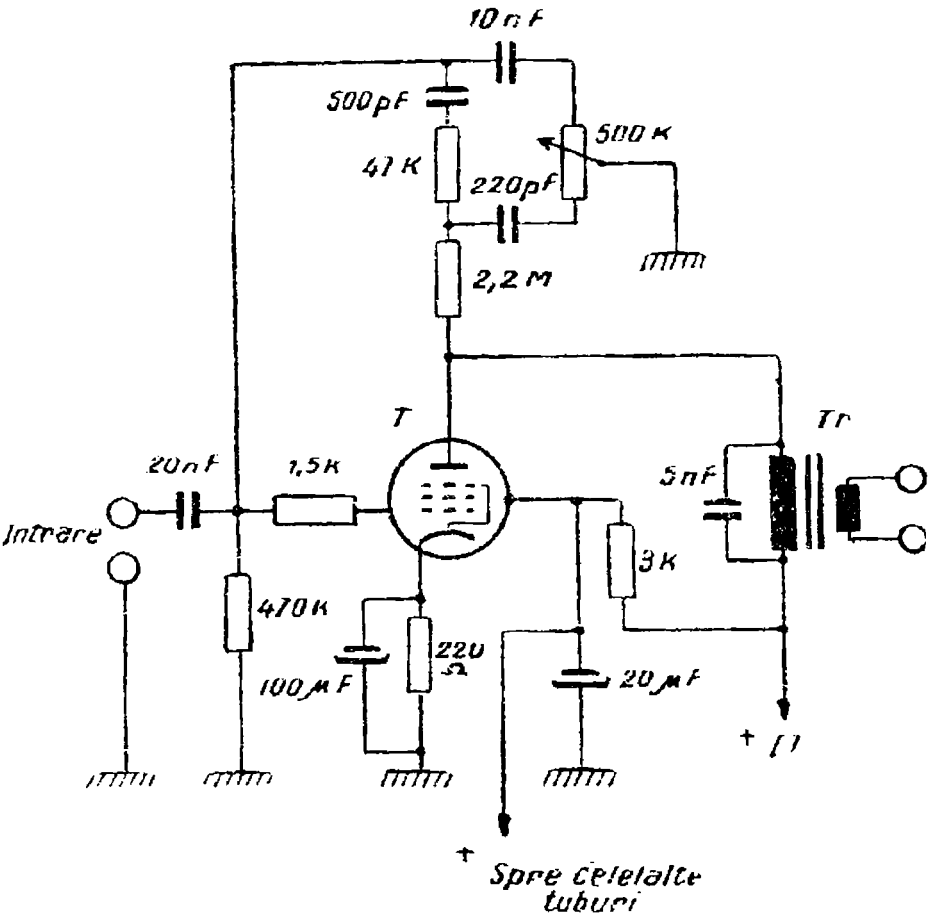


Fig. 93

anumite tipuri mai „modeste" de radioreceptoare sau amplificatoare.

Să examinăm acum două circuite mai „speciale", pentru adepții tehnicii de înaltă fidelitate.

Schema din figura 94 nu folosește nici un potențiometru, în schimb utilizează un comutator cu 4 poziții. De menționat că tubul final trebuie să aibă panta mare.

În poziția I-a, rețeaua de reacție negativă constă dintr-o simplă rezistență de 2,2 mohmi. Frecvențele înalte sînt avantajate prin sistemul de cuplaj dintre etaje, caracteristica de frecvență fiind cea din fig. 95 *a*

În poziția a 2-a a comutatorului, în rețeaua de reacție apare un filtru R—C, care reduce cu aproximativ

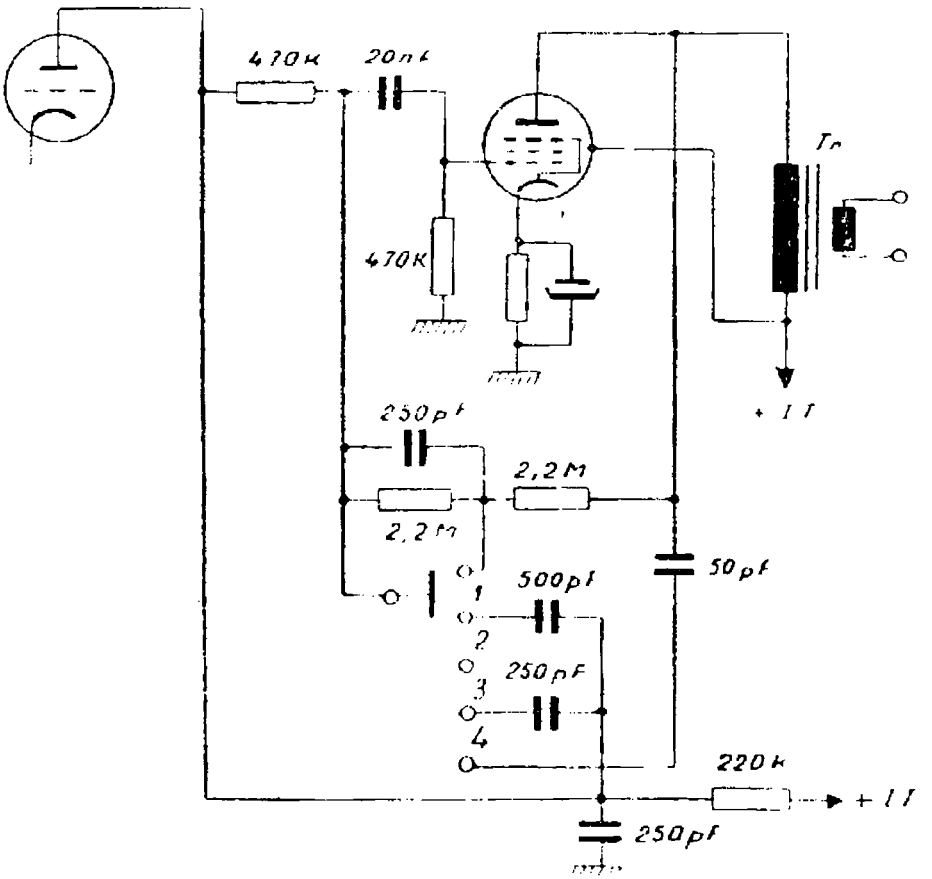


Fig. 94

50% reacția negativă la frecvențe joase, față de 1.000 Hz. La frecvențele înalte rămîne valabilă compensarea datorită sistemului de cuplaj. În consecință se obține o ridicare simultană a sunetelor grave și acute, conform cu diagrama din figura 95 *b*.

În poziția a 3-a a comutatorului, circuitul nu se schimbă, cu excepția faptului că valoarea condensa-

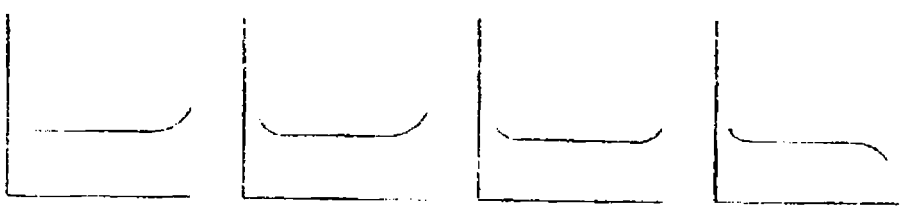


Fig. 95

sonoritate ștearsă și neplăcută la audiție. Remediul constă în folosirea unui corector-reglor de ton, intercalat între cele două magnetofoane, care va da posibilitatea amatorului să dea sunetului timbrul dorit, prin compensarea manuală a sunetelor grave sau acute, după dorință. Atenuarea introdusă de un astfel de circuit este de ordinul a 30—40 dB — o valoare apreciabilă — totuși ea nu constituie un impediment în practică, întrucît rezerva de amplificare cumulată a celor două magnetofoane suplinește pe larg această atenuare.

Circuitul poate fi văzut în schema din figura 97. El se va conecta între bornele de ieșire ale unui magnetofon, debitînd o tensiune de audiofrecvență de cca. 0,5 — 1 volt și bornele de intrare ale celui de-al doilea magnetofon, la care trebuie să avem o sensibilitate de cca. 5 — 10 mV (intrarea „microfon").

Prin manevrarea celor două potențiometre, vom putea obține fie o curbă de frecvență liniară, fie o ridicare sau atenuare a frecvențelor joase sau înalte. În mîna unui amator priceput, dotat cu oarecare simț muzical, acest dispozitiv poate servi la scoaterea în evidență a anumitor instrumente muzicale, a vocii ș.a.m.d.

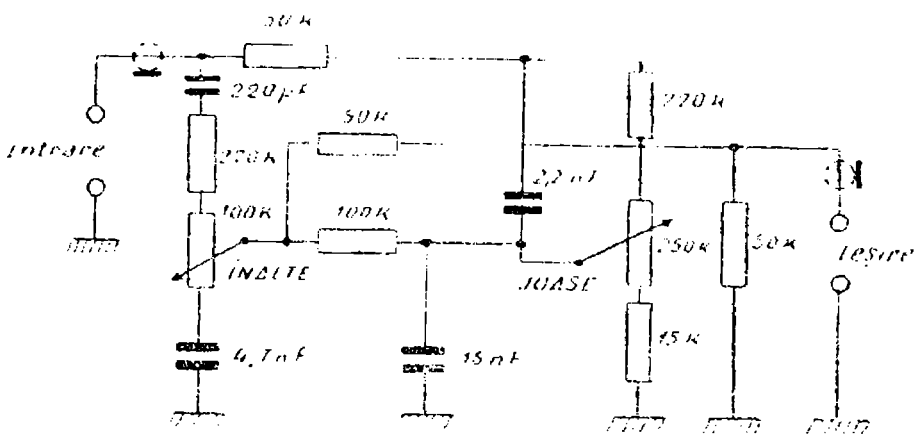


Fig. 97

Atenuarea maximă este de — 12 dB la 50 Hz, respectiv 10 KHz și amplificarea maximă de 8 dB la 50 Hz și 9 dB la 10 KHz.

Pentru a evita culegerea de zgomot de sector, întreg ansamblul se montează într-o cutie metalică închisă, legăturile exterioare urmînd a se efectua cu ajutorul a două cabluri blindate.

În cazul unei amplificări exagerate a frecvențelor înalte, poate apare pericolul supramodulației benzii, din cauză că ochiul magic care indică nivelul de înregistrare este etalonat de obicei la 1 000 Hz. În consecință — în această situație — amatorul va avea grijă ca nivelul de înregistrare să fie mai mic decît cel arătat prin apropierea sectoarelor ochiului.

EXPANSIUNEA DINAMICĂ

Prin dinamică înțelegem raportul dintre sunetul cel mai puternic și sunetul cel mai slab al unei reproduceri sonore. Din motive bine determinate, dinamica originală a unei execuții muzicale nu poate fi menținută nici în cazul înregistrărilor pe discuri și nici în cazul transmisiunilor radiofonice, fiind necesară o reducere a contrastelor prea puternice. Avem de a face în acest caz cu o „compresiune dinamică". Fără luarea unor măsuri speciale, ascultătorul așezat în fața difuzoarelor va audia în consecință un program muzical denaturat din acest punct de vedere (nu vă alarmați: practic situația nu este chiar așa... tristă).

Reconstituirea dinamicii originale se obține cu ajutorul unui procedeu numit de „expansiune dinamică" și care acționează în mod opus față de sistemul de compresiune amintit mai înainte.

Există multe scheme de „expansori dinamici", dar ele sînt în general destul de complexe și din această cauză neatrăgătoare pentru amatori.

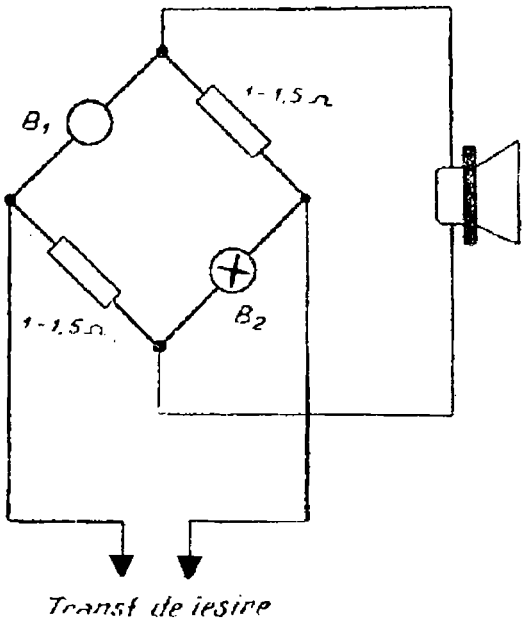


Fig. 98

Un circuit neobișnuit, lipsit de tuburi electronice, dar în măsură să dea rezultate foarte bune, este ilustrat în schema din figura 98. Ceea ce surprinde desigur în primul rînd este numărul mic de piese și prezența a două becuri de lanternă. Totuși, aceasta din urmă, datorită proprietății lor de a-și schimba rezistența de la „rece" la cald", constituie inima montajului.

Cele două becuri B1 și B2 împreună cu rezistențele R1 și R2 formează o punte. La nivele mici ale semnalului aplicat punții, căderea de tensiune pe B1 și B2 este foarte mică (filamente reci), puntea se echilibrează și tensiunea la bornele difuzorului devine aproape nulă. Invers la nivele mari ale semnalului, puntea se dezechilibrează și tensiunea de difuzor crește foarte mult. Iată deci cum pasajele „forte" ale muzicii sînt întărite și cele „piano" slăbite în intensitate. Rezistențele R1 și R2 se vor bobina bifilar, pentru a avea o inductanță cît mai mică și atajul lor va fi conform cu puterea de ieșire a amplificatorului.

Impedanța de intrare a punții este de aproximativ 50% din impedanța bobinei mobile a difuzorului, lucru de care se va ține seama la dimensionarea transformatorului de ieșire.

Montajul acesta oferă surprize mari celor ce-l vor realiza. Eventual se poate îngloba un comutator care să permită funcționarea instalației cu sau fără expansiune dinamică.

Un dezavantaj al acestui circuit este pierderea de putere pe care o introduce: practic, numai aproximativ 15%, din puterea amplificatorului mai ajunge pe difuzor. Ca atare nu se recomandă acest sistem pentru amplificatoare cu o putere mai mică de 5—10 wați.

Becurile B1 și B2 vor fi tipuri de 3,5V/0,24A în cazul puterilor de ieșire pînă la 8 wați și de 7V/0,3A pentru puteri mai mari.

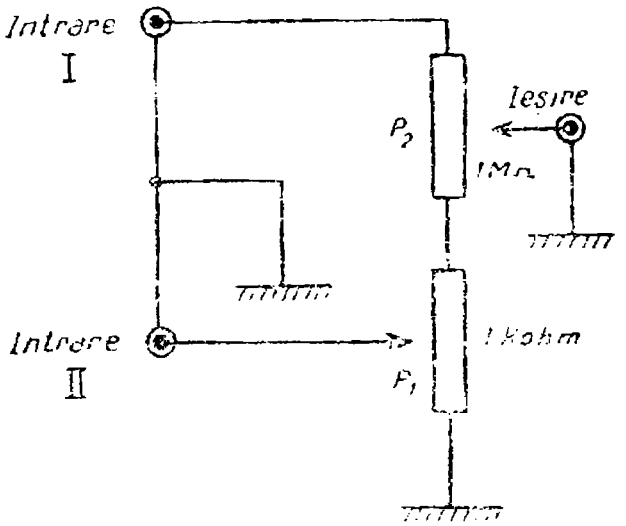
Pentru o funcționare optimă a expansorului dinamic descris se cere determinarea experimentală a valorilor exacte ale rezistențelor R1 și R2.

MIXAREA SEMNALELOR

De multe ori ne aflăm în situația de a fi nevoiți să aplicăm semnalele mai multor surse de program la un amplificator prevăzut doar cu o singură mufă de intrare. Uneori dorim să „amestecăm" aceste semnale sau să trecem în mod gradat de la unul la celălalt. Pentru toate aceste situații avem nevoie de o cutie de mixaj, prevăzută cu potențiometre independente pentru stabilirea nivelului sonor a diferitelor programe.

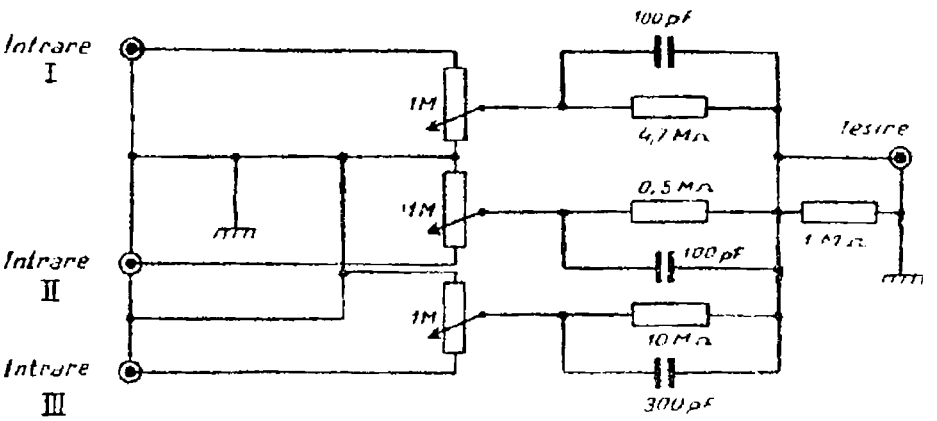
Schema din figura 99 permite acomodarea unui microfon dinamic, de impedanță mică și a unei doze de redare piezoelectrică. Potențiometrul P1 reglează nivelul semnalului dat de microfon și P2 reglează nivelul audiției de pe disc.

Schema reprezentată în figura 100 este prevăzută cu trei intrări și anume: a — microfon piezoelectric, b — doză de redare piezoelectrică, c — radioreceptor (de la detecție). Cele trei potențiometre reglează și în acest caz în mod separat nivelul celor trei surse de program.



I P.U.
II Microfon

Fig. 99



I - P U
II - Microfon
III - Radio

Fig. 100

Întrucît aceste cutii de mixaj se conectează la intrarea amplificatorului, se va acorda și de data aceasta o atenție deosebit de mare problemei ecranării, atît a cutiilor, cît și a legăturilor aferente. De asemenea, se vor utiliza cu exclusivitate potențiometre de calitate foarte bună, în caz contrar, datorită sensibilității mari a etajului de intrare vor apare zgomote supărătoare o dată cu rotirea cursorului.

INDICATOR STEREOFONIC DE NIVEL

Pentru controlul audiției stereofonice, în vederea repartizării optime a semnalelor pe difuzoarele celor două canale, este foarte indicată folosirea unui sistem optic de reglaj. Cît se poate de potrivit în acest scop este ochiul magic dublu tip EMM801, sau un model echivalent.

Schema din figura 101 ne arată circuitul electric și valorile diferitelor elemente. În punctele A și B se aplică tensiunea de audiofrecvență de la cele două

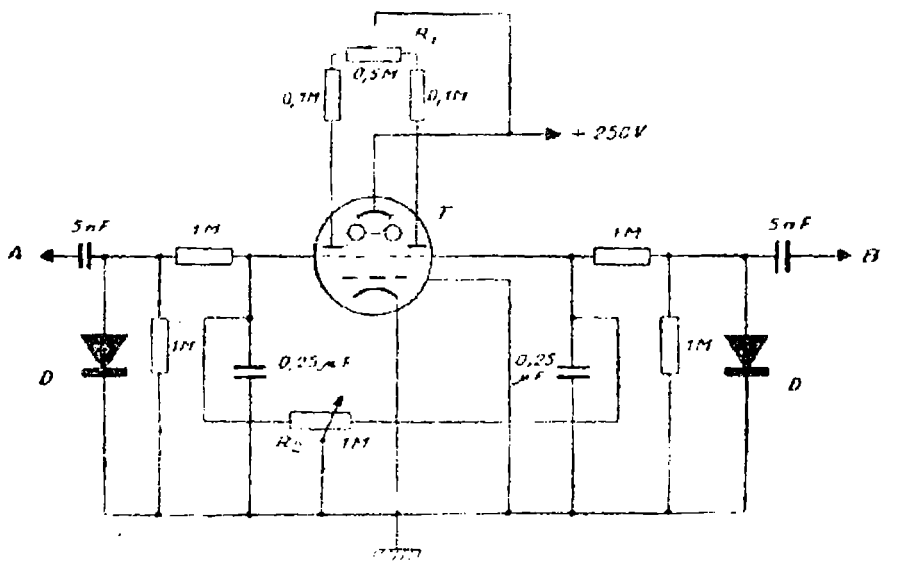


Fig. 101

canale. Ea se va culege de la ultimul etaj amplificator de tensiune al fiecărui amplificator. Diodele folosite sînt de tipul OA81 sau orice alt model asemănător, alegerea nefiind critică. Cele două condensatoare de 0,25 MF servesc la amortizarea oscilațiilor „ochiului", ceea ce face mai comodă urmărirea vizuală a acestuia.

Reglajul aparatului se face în două etape: reglajul optic și reglajul auditiv.

Se începe prin ajustarea potențiometrului R_1 astfel ca zonele de umbră a celor două sectoare ale ochiului să fie egale. Se ajustează apoi R_2 la o valoare care să acomodeze sensibilitatea tubului EMM801 la tensiunea de atac din punctele A și B. Se repetă din nou aceste două operații și se continuă — mărind totodată nivelul audio — pînă ce nu mai apar diferențe ale zonelor de umbră la diferite nivele de semnale audio.

Reglajul auditiv are drept scop punerea în concordanță a indicațiilor optice cu condițiile reale de ascultare, acestea din urmă fiind determinate de caracteristicile camerei de locuit, poziția difuzoarelor etc.

Se comută amplificatorul în poziția „mono" (ambele canale în paralel) și se reglează nivelele celor două amplificatoare pînă ce auditorul — aflat la locul normal de ascultare — capătă impresia că „sunetul vine de la mijloc", adică dintre cele două difuzoare. Se retușează apoi R_1 și R_2, conform celor de mai sus, cu amplificatorul comutat pentru funcționare stereofonică.

Dispozitivul acesta este util în special pentru acele amplificatoare care utilizează pentru reglajul volumului celor două canale potențiometre separate, neputîndu-se procura potențiometri speciali „tandem".

Discurile stereofonice se pot audia profitînd la maximum de efectul stereo, prin folosirea unei perechi de căști modificate. Modificarea constă în desfacerea legăturilor serie existente în mod normal (fig. 102) și efectuarea unor legături așa cum se arată în figura 103.

Amplificarea semnalelor debitate de doza de redare stereo se face cu ajutorul unui mic amplificator pe două canale, echipat cu tubul dublă triodă tip ECC83 sau 6H9C. Schema acestuia este dată în figura 104. Semnalele canalelor A și B sînt aplicate în grilele celor două triode, anodele respective fiind conectate la un loc și apoi direct la redresor. Amplificatorul lucrează ca repetor catodic, tensiunile de

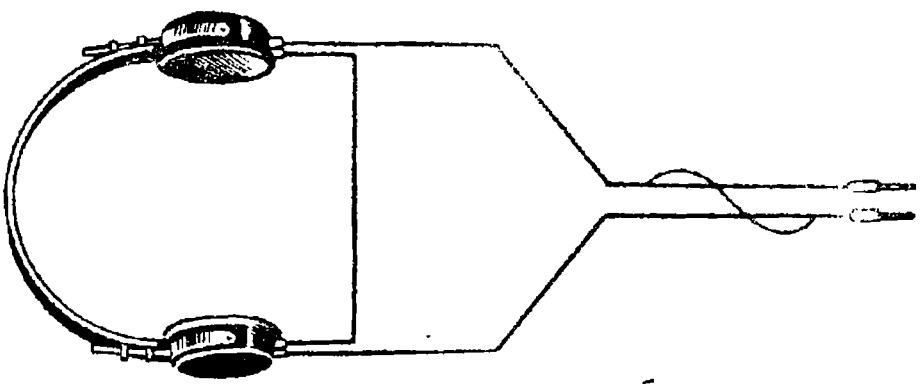


Fig. 102

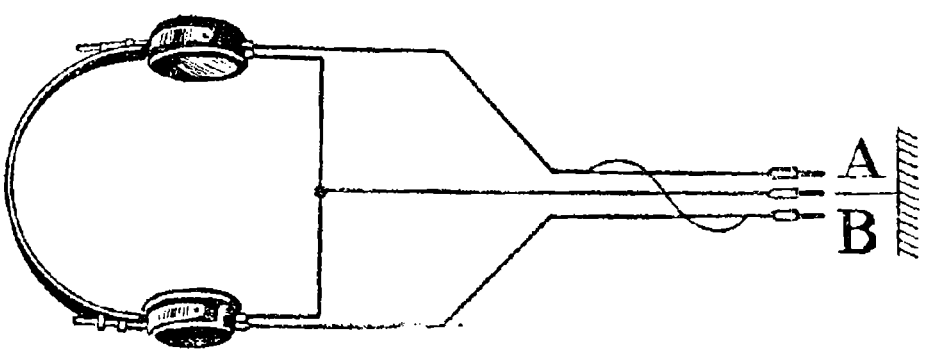


Fig. 103

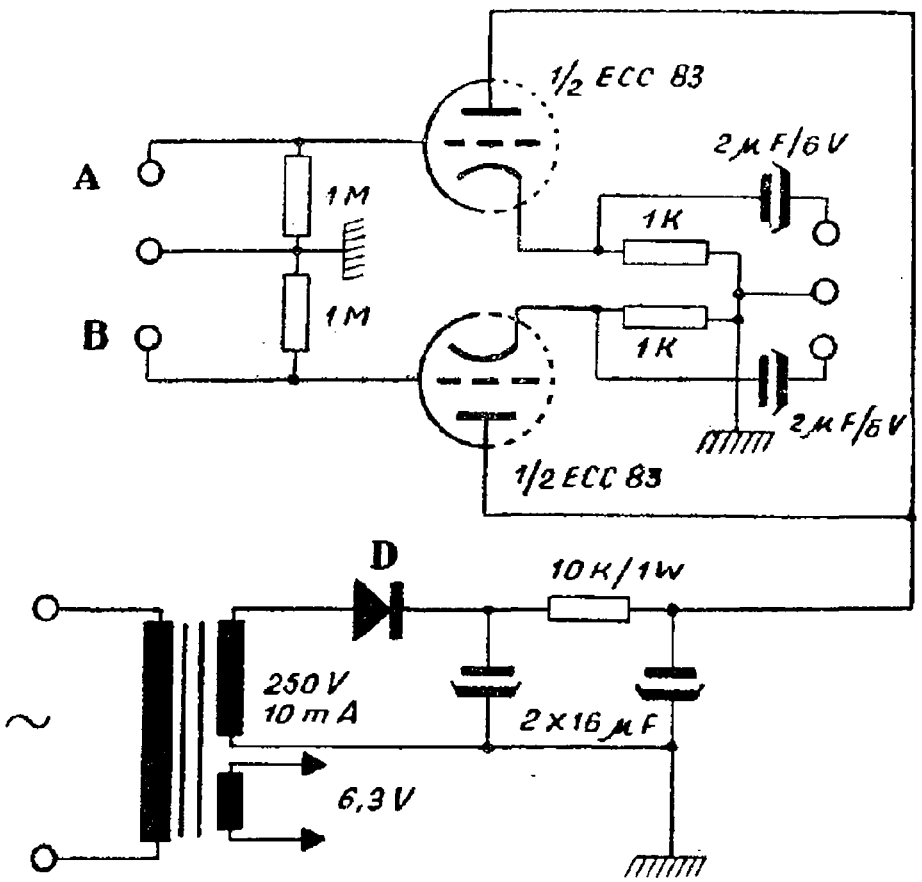


Fig. 104

ieșire fiind culese de pe catodele celor două triode, în paralel cu rezistențele de 1 000 ohmi.

Redresorul este echipat cu orice diodă capabilă să suporte 250 V/10 mA.

Rezultatele cele mai bune se pot obține cu două căști dinamice avînd fiecare o impedanță de 400 ohmi, dar se vor putea folosi și căști obișnuite radio de 1 000 sau 2 000 ohmi.

STUDIOUL AMATORULUI

Instalațiile de audiofrecvență, chiar cele mai perfecționate, nu vor putea da randamentul lor maxim dacă cel care le manipulează nu este familiarizat cu modul în care trebuiesc exploatate. Totodată, pentru a obține înregistrări sau reproduceri de calitate superioară, se impune respectarea unor reguli în ceea ce privește amplasarea microfoanelor sau a difuzoarelor, în special în cazul audițiilor stereofonice. În sfîrșit, o serie de indicații de ordin practic pot ajuta amatorul să-și folosească din plin și cît mai rațional aparatele, asigurînd condițiile necesare pentru a face cît mai plăcută și instructivă activitatea în acest domeniu.

AMPLASAREA MICROFOANELOR

Amatorul nu are în mod normal posibilitatea de a efectua înregistrări sonore în săli special amenajate și nici nu are acces la microfoane profesionale cu proprietăți direcționale. Din această cauză, el va determina de cele mai multe ori pe cale pur experimentală care este poziția cea mai corectă a microfonului față de sursa sonoră în cauză.

Cîteva exemple de amplasare a microfoanelor sînt ilustrate în figurile 105 *a*, *b*, *c* și 106, cu explicațiile respective în dreptul fiecărei schițe.

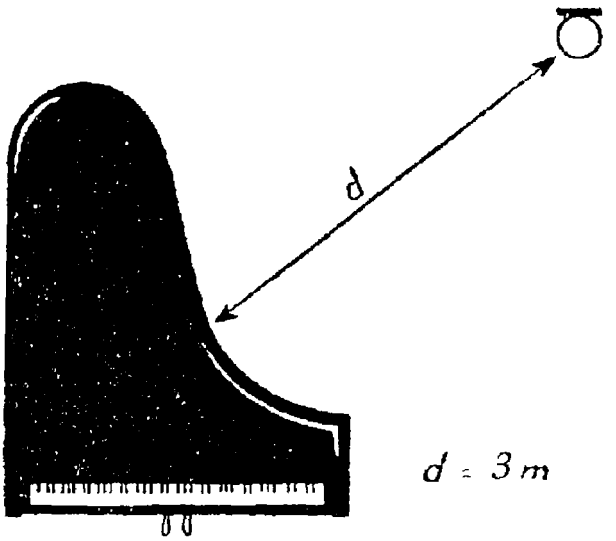
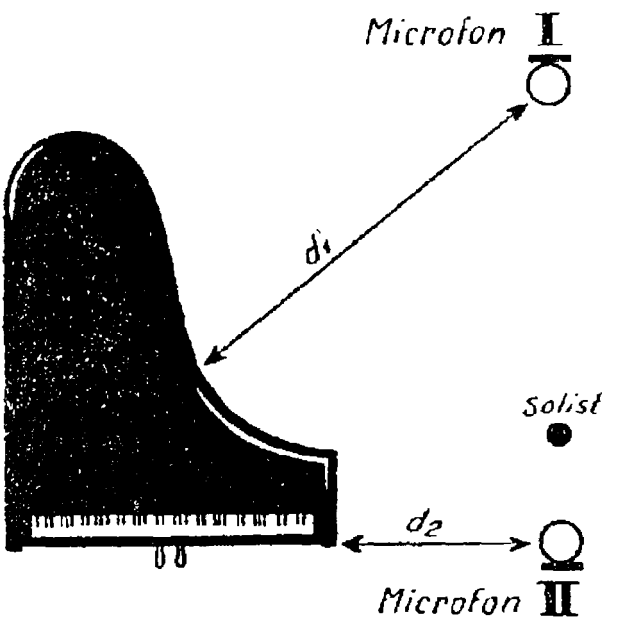


Fig. 105



$d_1 = 3\ m$
$d_2 = 1{,}5\ m$

Fig. 106

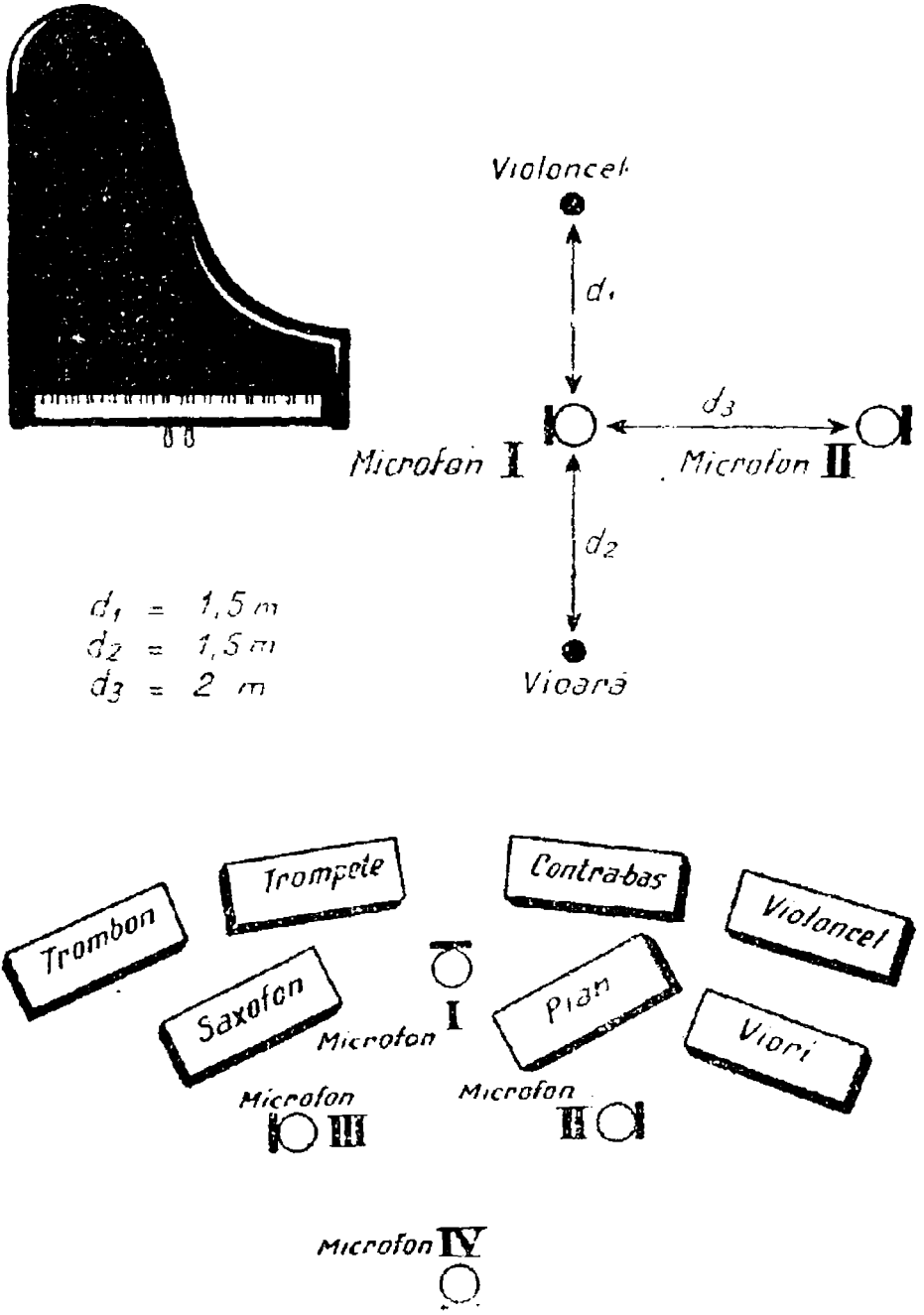


Fig. 106

O cutie de mixaj pentru două microfoane este reprezentată în figura 107. Folosind cele două potențiometre de 500 Kohmi, vom putea asigura echili-

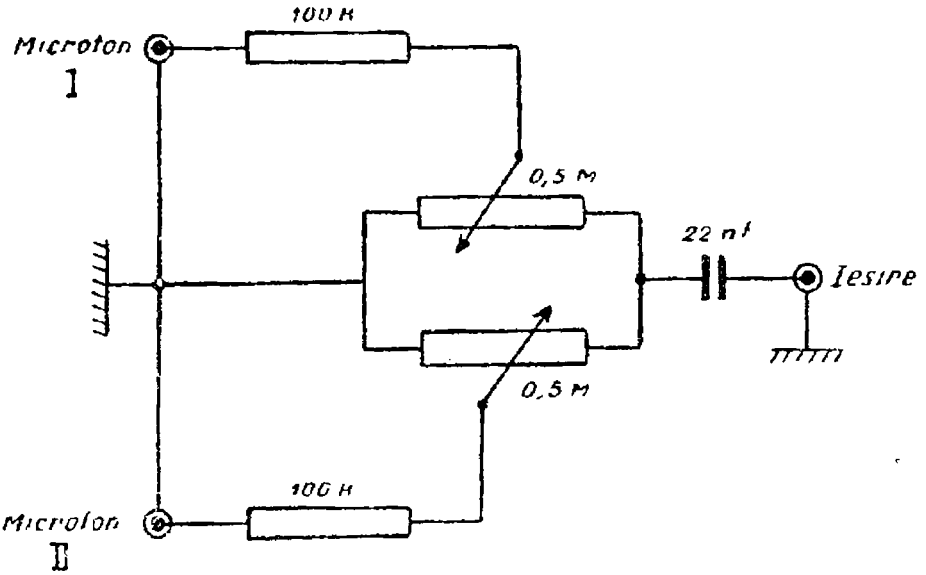


Fig. 107

brul sonor cerut de împrejurarea respectivă. Desigur că o înregistrare bună cere oarecare rutină și multă, multă... răbdare.

AMPLASAREA DIFUZOARELOR PENTRU AUDIȚII STEREOFONICE

Audiții stereofonice, de bună calitate, se pot obține la fel de bine în săli mai mari, ca și în camere obișnuite de locuit, cu condiția esențială ca difuzoarele celor două canale să fie corect amplasate.

În cazul unei încăperi normale, având o suprafață de 12 — 20 m², cele două difuzoare (sau grupuri de difuzoare) vor fi așezate așa cum se vede în figura 108, adică în două colțuri. În acest caz locul optim de audiție este situat pe axa de simetrie la o distanță egală cu distanța dintre difuzoare (A).

O altă situație posibilă este cea schițată în figura 109. În acest caz distanța dintre difuzoare este determinată de distanța maximă admisibilă de la difuzoare la auditor.

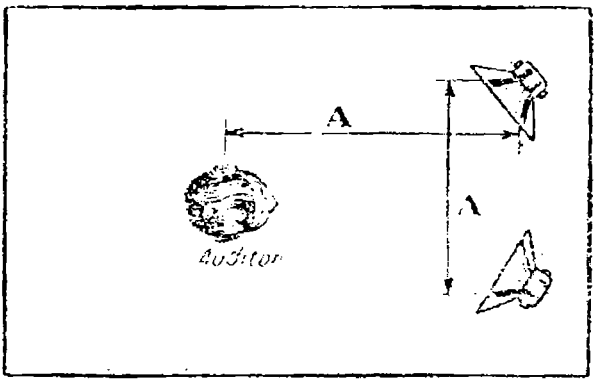


Fig. 108

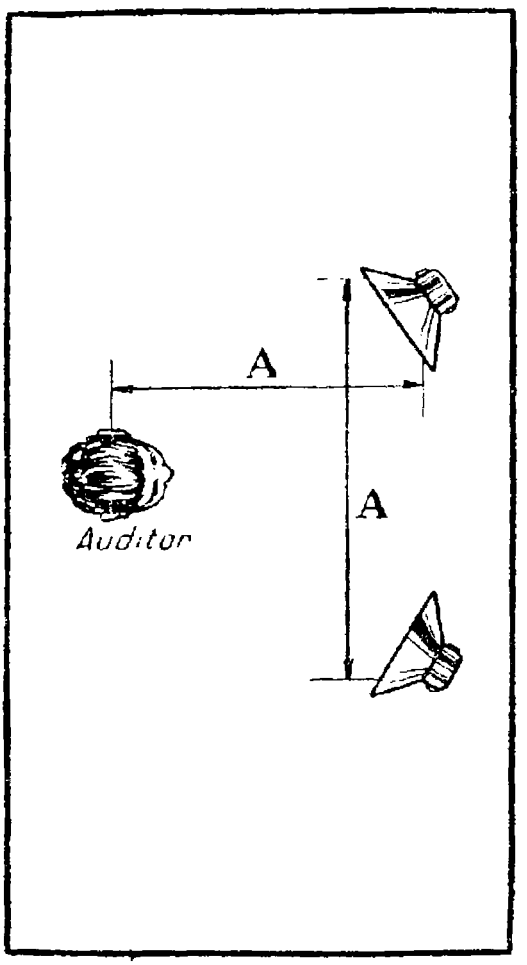


Fig. 109

O cameră de formă neregulată nu constituie un impediment. Difuzoarele se vor plasa, așa cum se vede în figura 110, menținîndu-se legea de bază: distanța între difuzoare trebuie să fie egală cu distanța de audiere.

În calea undelor sonore nu trebuie să se afle nici un obstacol, căci acesta fie că va absorbi frecvențele înalte, fie că le va trimite la auditor prin reflexii. În această situație efectul stereofonic este atenuat sau chiar anulat. În figura 111 se arată atît amplasarea greșită, cît și cea corectă a unui difuzor.

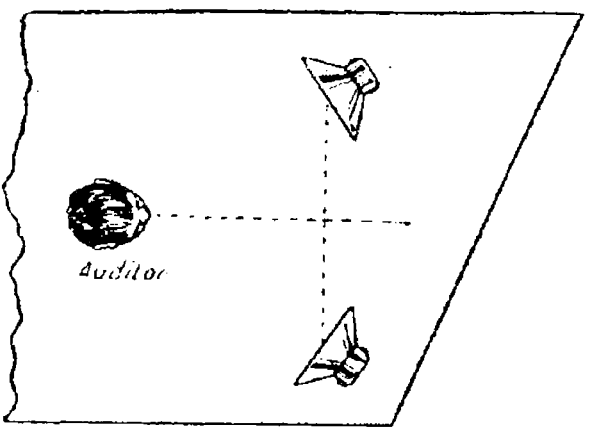


Fig. 110

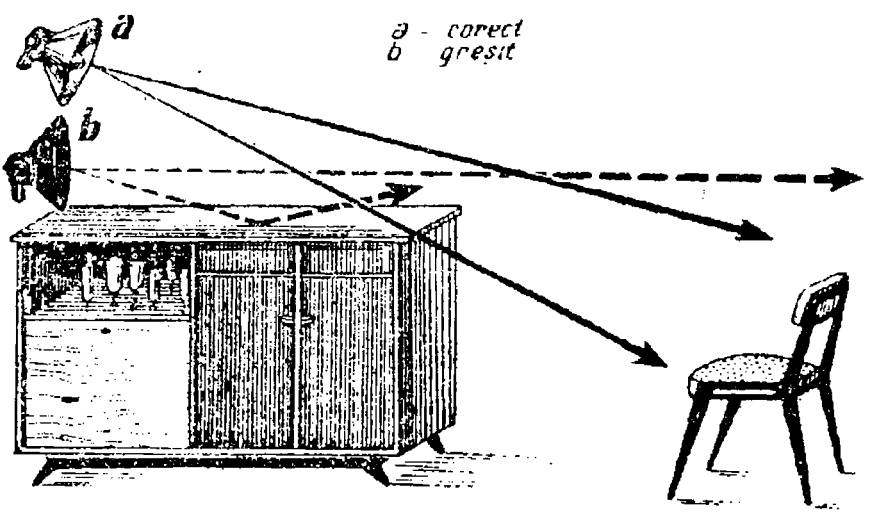


Fig. 111

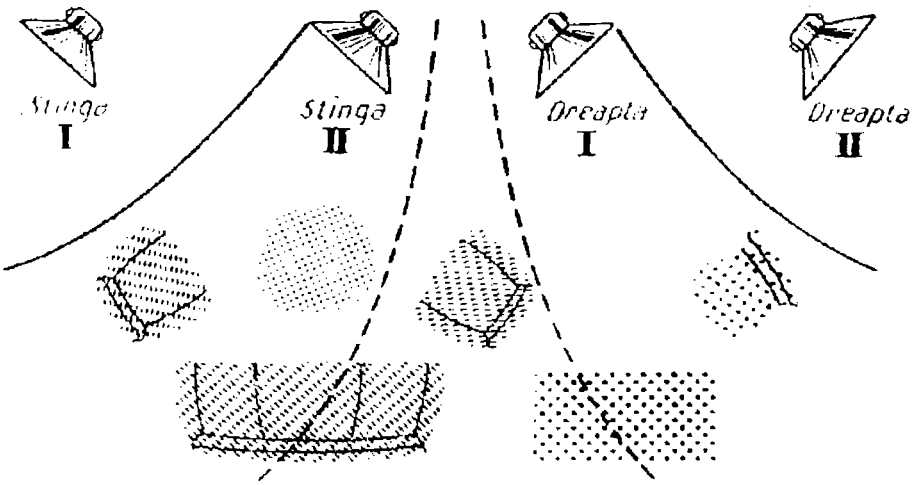


Fig. 112

Precum am arătat mai sus, există un „punct" de audiție optim. Pe lîngă acest punct, există o zonă ceva mai mare în cadrul căreia efectul stereofonic mai este sesizabil. Totuși această zonă este prea limitată pentru a putea permite unui număr mai mare de persoane să beneficieze de efectul stereo, din care cauză se recomandă folosirea a cîte două difuzoare pentru fiecare canal, așa cum se arată în schița din figura 112. O atenție deosebită se va acorda conectării corecte a difuzoarelor din punct de vedere al fazei (membranele trebuie să se deplaseze în fază). Determinarea polarității se va face cu ajutorul unei baterii de buzunar, observînd mișcarea membranei, apoi se vor marca capetele bobinei mobile în mod corespunzător.

În sfîrșit, pentru a profita din plin de calitățile stereofoniei, vom avea grijă ca ambele canale ale amplificatorului să fie reglate pentru un volum sonor și o tonalitate identice. „Finisajul" instalației, atît acustic, cît și electronic, se va face pe cale experimentală, folosind același minunat instrument pe care l-am menționat și cu altă ocazie și anume: urechea.

CUTIA DE REZONANȚĂ TIP „BAS-REFLEX"

Randamentul acustic al unui difuzor depinde în foarte mare măsură de tipul cutiei de rezonanță folosite. Un simplu panou, de dimensiuni convenabile, dă rezultate bune, dar este inestetic și nepractic.

Există multe feluri de cutii de rezonanță și studiul lor ar putea singur ocupa paginile unei cărți. Noi ne vom limita însă la menționarea unui singur fel de cutie și anume cea cunoscută sub numele de „bas-reflex". Fără a intra în amănunte de ordin teoretic, vom arăta doar că ea se bucură de multă popularitate printre amatori, întrucît este simplu de realizat și permite o redare deosebit de bună și „dulce" a sunetelor grave.

În figura 112 se poate vedea că este vorba de o cutie complet închisă, confecționată din scînduri de bună calitate, groase de 15—20 mm, și căptușită la interior cu un strat de vată sau alt material cu proprietăți acustice izolante. Asamblarea cutiei se face folosind șuruburi și nu cuie, pentru a obține în final o rigiditate cît mai mare.

Partea din față a cutiei are o deschizătură circulară în dreptul difuzorului, iar dedesubtul acesteia o deschizătură de formă dreptunghiulară. Toate dimensiunile (în cm) necesare realizării cutiei „bas-reflex" sînt date mai jos.

Diametrul difuzorului	Dimensiunile cutiei			Decuparea circulară	Decuparea dreptunghiulară	
	A	B	C	D	E	F
20	42	56	23,5	18	23,5	7,6
25	52	68	25,5	23	32	11,5
30	62	82	33,5	28	42	13,3

În cutia de rezonanță tip „bas-reflex" nu se folosesc de obicei difuzoare cu un diametru mai mic de 20 cm.

Atît receptoarele mai vechi, cît și cele din categoriile inferioare sînt lipsite de posibilitatea adaptării directe a magnetofonului, prin intermediul mufei standardizate cu 3 picioruşe cu care sînt prevăzute capetele cordoanelor. Este drept că fabricanții de magnetofoane indică și posibilitatea efectuării înregistrărilor folosind ieșirea de „difuzor suplimentar" a receptorului, dar procedînd în acest fel rezultatele sînt fără excepții mediocre, întrucît în acest caz se introduce în circuitul de înregistrare atît amplificatorul de audiofrecvență al aparatului de radio, cît și transformatorul său de ieșire.

Înregistrarea corectă se va face conectînd magnetofonul la ieșirea detecției, prin intermediul unui divizor de tensiune, cuprinzînd și un element de corecție a frecvențelor înalte. Aceeași mufă va servi și în cazul redării de pe bandă, prin simpla comutare a receptorului în poziția „P U" și a magnetofonului în poziția „redare". Pentru a da posibilitatea redării alternative a discurilor, fără a mai conecta sau deconecta diverse cordoane, întreg ansamblul ia aspectul schemei electrice din figura 113. Divizorul de tensiune este format din rezistențele de 500 și 50 Kohmi, iar condensatorul de 50 pF ridică „înaltele" cu cîțiva decibeli. Valoarea cea mai corectă a acestui condensator este determinată de viteza de deplasare a benzii, de tipul benzii și în general de curba de frecvență a magnetofonului și receptorului. Valoarea optimă este de obicei cuprinsă între 30 și 150 pF.

Un comutator simplu permite trecerea de la redarea de pe bandă la redarea de pe disc. Toate legăturile vor fi ecranate și montate în interiorul aparatului de radio.

Operațiile descrise mai sus nu se vor executa decît asupra receptoarelor separate galvanic de rețeaua de curent alternativ, cu alte cuvinte asupra celor prevăzute cu un transformator (nu autotransformator) de alimentare. În caz contrar apare pericolul de electrocutare, întrucît un pol al rețelei de curent

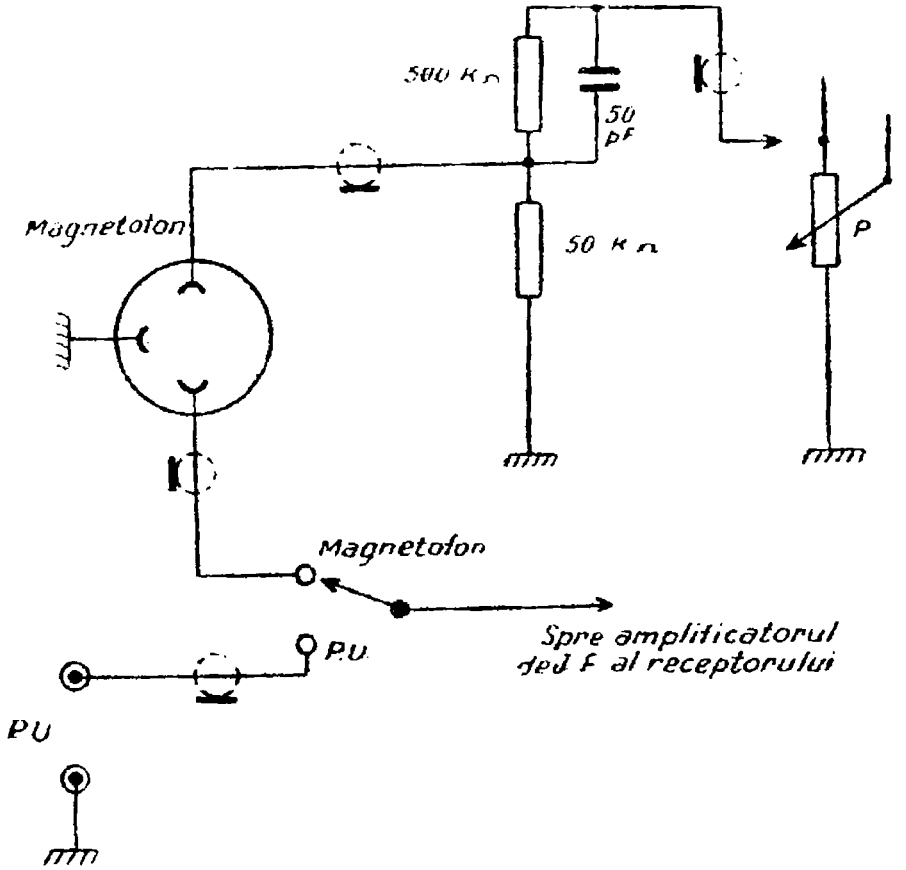


Fig. 113

alternativ poate ajunge la șasiul magnetofonului sau picupului.

ÎNREGISTRARI MAGNETICE SUPRAPUSE

Pentru funcționarea normală, întrefierul (fanta) capetelor magnetice este aliniat cu multă precizie, la un unghi de 90° față de bandă. Dacă vom reproduce o bandă înregistrată în aceste condiții pe un alt magnetofon al cărui cap de redare are un unghi ușor diferit, audiția devine slabă și deformată. Dacă diferența de unghiuri este mare, nu vom mai avea nici o audiție.

Acesta este motivul pentru care o bandă înregistrată pe un magnetofon oarecare va putea suna foarte prost pe un alt magnetofon. Acestea fiind clare, se pune întrebarea : cum va suna o bandă înregistrată și redată pe același aparat, dar avînd capetele aliniate la un alt unghi decît cel corect de 90° ? Răspunsul este: surprinzător de bine și aceasta pentru orice unghi. Cu alte cuvinte, vom putea plasa capetele într-o poziție care să corespundă cu o fantă paralelă cu banda, fără ca audiția să sufere. Un cap de redare așezat normal nici nu va sesiza o astfel de înregistrare.

Cele de mai sus constituie punctul de plecare al experiențelor pe care le vom putea efectua cu înregistrări suprapuse. Practic vom proceda în felul următor :

1 — Capul universal (înregistrare-redare) se va monta pe un pivot, împreună cu un indicator al unghiului de înclinație care se deplasează în fața unui cadran gradat corespunzător (fig. 114).

2 — În serie cu capul de ștergere se montează un întrerupător cu două poziții. Într-una din poziții capul de ștergere lucrează normal, în cealaltă el este

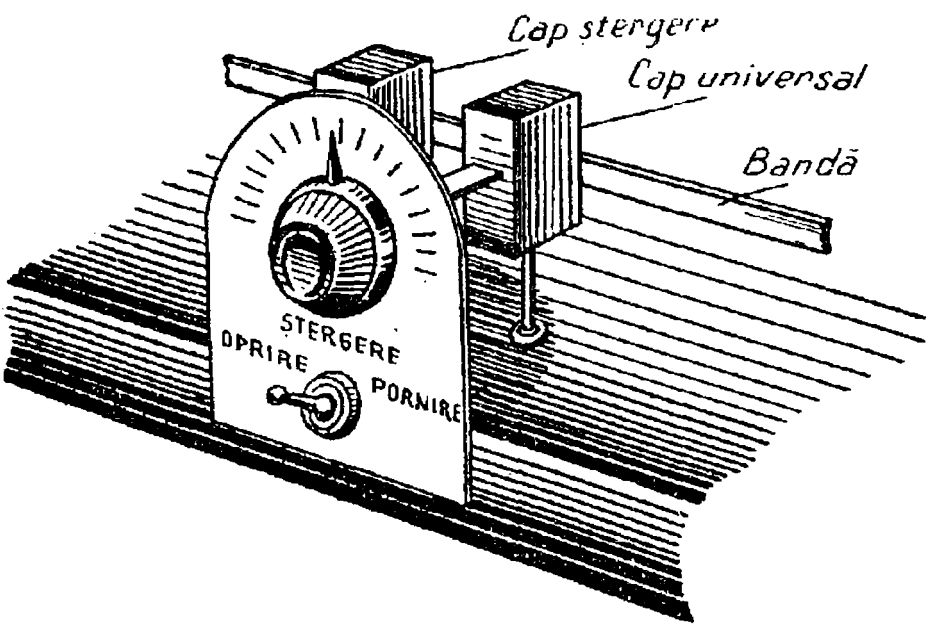


Fig. 114

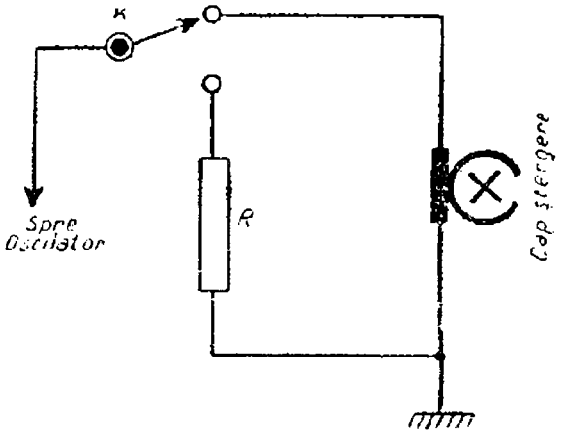


Fig. 115

scos din circuit și înlocuit cu o rezistență echivalentă R, pentru a nu se modifica curentul de polarizare. Valoarea lui R depinde de caracteristicile capului de ștergere și este cuprinsă între 1 000 — 3 000 ohmi la 5 wați.

3 — Cu comutatorul în poziția „ștergere", se anulează înregistrarea existentă pe bandă.

4 — Se scoate capul de ștergere din circuit.

5 — Se fac diferite înregistrări, pornind totdeauna de la începutul benzii și deplasînd de fiecare dată indicatorul de unghi cu cîte 15°.

6 — Se trece magnetofonul pe poziția „redare" și se începe ascultarea benzii, deplasînd de fiecare dată indicatorul de unghi cu 15°. Spre plăcuta noastră surpriză, înregistrările efectuate vor apare pe rînd, „acordul" lor făcîndu-se asemănător cu acordul unui post de radiodifuziune la un receptor.

La un „acord" corect efectuat, audiția va fi de calitate foarte acceptabilă, fără însă ca să putem avea pretenția unei redări de înaltă fidelitate. În acest fel, este posibilă efectuarea unui număr de aproximativ 10 înregistrări diferite pe aceeași bandă. Ștergerea separată a fiecărei înregistrări nu este posibilă, întrucît capul de ștergere nu prezintă aceeași „selectivitate" în funcție de unghi, ca și cel universal.

Modificarea circuitului de ștergere este arătată în figura 115.

Amatorul cu înclinații artistice va simți adesori dorința de a înregistra pe bandă un program muzical favorit pe care să-l însoțească cu propriile sale comentarii de „specialitate". Muzica poate proveni fie de pe discuri, fie de la radio sau de pe un alt magnetofon. În toate cazurile însă, obținerea unui rezultat „convingător" depinde de posibilitatea tehnică a efectuării unui mixaj corespunzător între cele două surse de program (vocea și muzica). Astfel, de exemplu, în unele locuri muzica va trebui să apară gradat, și nivelul să crească pînă la cel normal, în alte locuri muzica va trebui doar atenuată și să continue să existe, ca „fond", pentru comentariile care urmează.

Schema din figura 116 ilustrează un pupitru de mixaj simplu, dar eficace, cu două intrări: 1 - microfon piezoelectric sau dinamic și 2— picup, radio sau magnetofon. Ieșirea mixerului se conectează la bornele de intrare „microfon" ale magnetofonului.

Potențiometrele P2 și P3 reglează nivelul celor

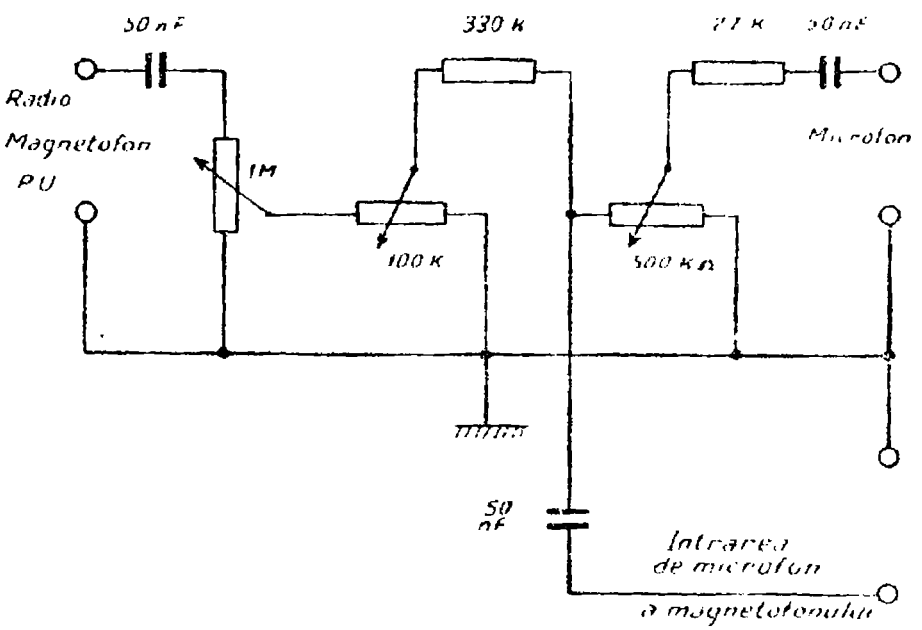


Fig. 116

două surse de program, iar potențiometrul ajustabil P1 determină odată pentru totdeauna nivelul sursei 2, astfel ca P2 și P3 fiind la maximum, tensiunea de ieșire a mixerului să fie aceeași pentru oricare din intrări. Cu alte cuvinte, P1 reduce nivelul de tensiune al intrării 1 la nivelul intrării 2.

Practic, vom proceda în felul următor:

1 — Se potrivesc potențiometrele P2 și P3 la maximul cursei și P1 la o poziție intermediară.

2 — Se vorbește normal la o distanță de 15—20 cm, în fața microfonului și se reglează potențiometrul de nivel al magnetofonului la o valoare corespunzătoare unei indicații corecte a indicatorului optic.

3 — Se aplică un semnal la intrarea 1 (disc, bandă sau radio) și se reglează potențiometrul P1, astfel ca indicatorul optic al magnetofonului să arate o modulație corectă.

Aceste reglaje fiind încheiate, potențiometrele P2 și P3 vor servi scopului propus, și nu ne vom mai atinge nici de P1 și nici de potențiometrul de nivel din magnetofon. Controlul înregistrării se va efectua conectînd o pereche de căști la bornele corespunzătoare ale magnetofonului.

În cazul unor înregistrări muzicale „directe" (formația mică de amatori), intrarea 1 va putea servi la acomodarea unei ghitare electrice, cu doză electromagnetică sau piezoelectrică. Operațiile de reglaj rămîn și în acest caz cele arătate mai sus.

*

* *

Nenumărate sînt posibilitățile de realizări tehnico-artistice care stau în fața amatorului care a îndrăgit această ramură a electronicii. Practica audiofrecvenței îl va face în curînd să devină un maestru al „manipulării sunetelor", îi vor dezvolta aptitudinile tehnice și artistice, spre satisfacția sa personală, a familiei și a prietenilor săi, îndreptîndu-l cu pași repezi spre însușirea temeinică a unei științe cu largi perspective de dezvoltare.

CUPRINS

Cuvînt înainte 5

NOȚIUNI DE ELECTROACUSTICĂ
Unde sonore 9
Frecvența sunetului 10
Intensitatea sunetului 12
Timbrul sunetului 13
Decibelul 14

TEHNICA MODERNĂ A REDĂRII SUNETELOR
Ce este „înaltă fidelitate" ? 19
Audiție monofonică și stereofonică 21
Pseudostereofonia 25

LANȚUL DE AUDIOFRECVENȚĂ
Generalități 27
Microfonul 27
Construcția unui microfon cu cărbune 33
Picupul 36
Magnetofonul 39
Celula fotoelectrică 43
Preamplificatorul și amplificatorul 44
Difuzorul 46

CONSTRUCȚIA PREAMPLIFICATOARELOR DE AUDIOFRECVENȚĂ
Un preamplificator cu un tub 48
Un preamplificator de înaltă fidelitate cu două tuburi 51

Un preamplificator cu două tuburi 54
Un preamplificator-egalizor cu patru tuburi 56
Un transformator de impedanță electronic 59
Un preamplificator de microfon cu un tranzistor 61
Un preamplificator cu două tranzistoare 62
Un preamplificator cu trei tranzistoare 64
Preamplificator-corector cu trei tranzistoare 67

CONSTRUCȚIA AMPLIFICATOARELOR DE AUDIOFRECVENȚĂ

Un amplificator simplu cu un tub 73
Un amplificator economic de 4 wați 75
Un amplificator de 6 wați 73
Un amplificator simplu de 8 wați 81
Un amplificator economic de 10 wați 83
Un amplificator de înaltă fidelitate de 10 wați 86
Un amplificator stereofonic cu două tuburi 88
Un amplificator auxiliar pentru reproducere stereofonică 92
Un amplificator de 14 wați 95
Un amplificator de 20 wați 93
Un amplificator de 40 wați 101
Un amplificator de 80 wați 104

MONTAREA ȘI CABLAREA AMPLIFICATOARELOR

TRANSFORMATORUL DE IEȘIRE

Generalități 111
Calculul transformatorului de ieșire 112

VERIFICAREA ȘI DEPANAREA AMPLIFICATOARELOR

Verificarea amplificatoarelor 122
Cauzele și remediile zgomotului de fond 125
Microfonia 123
Interferențe radio 129
Depanarea metodică 131

APARATE DE MĂSURĂ

Ohmetru cu scară lineară 139
Wattmetru de audiofrecvență 142
Watmetru de audiofrecvență 145
Generator simplu de audiofrecvență 148
Un generator de audiofrecvență cu un tranzistor 149

ÎMBUNĂTĂȚIREA SONORITĂȚII RADIORECEPTOARELOR VECHI

Îmbunătățirile redării frecvențelor joase 153
Îmbunătățirea redării frecvențelor înalte 156
Folosirea reacției negative 157

CIRCUITE INTERESANTE DE AUDIOFRECVENȚĂ

Reglajul continuu al timbrului audiției 163
Expansiunea dinamică 171
Mixarea semnalelor 173
Indicator stereofonic de nivel 175
Stereofonie cu căști 177

STUDIOUL AMATORULUI

Amplasarea microfoanelor 179
Amplasarea difuzoarelor pentru audiții stereofonice 182
Cutia de rezonanță tip „bas-reflex" 186
Montarea mufei standardizate 187
Înregistrări magnetice suprapuse 188
Înregistrarea vocii pe fond muzical 191